COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUILLET 1844

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Réflexions sur l'intégration des formules de la tige élastique à double courbure; par* M. J. BINET.

« Le procédé employé par M. Wantzel, pour intégrer les équations de la tige élastique, à double courbure, repose sur un choix spécial de coordonnées, qui offre l'avantage de simplifier considérablement les formules primitives. Or, si je ne me trompe, c'est uniquement dans cette transformation que réside le principe de la méthode que j'ai proposée : dès qu'on l'a effectuée ou supposée, la réduction des formules permet d'achever le calcul de diverses manières. En cette occasion, comme dans beaucoup d'autres qui ont offert des difficultés aux analystes, il n'existe qu'un seul système, ou un petit nombre de systèmes de variables adaptées à la nature du sujet, et propres à surmonter l'obstacle qui s'opposait à l'intégration. On pourrait en citer divers exemples, et notamment celui du mouvement de rotation d'un corps solide autour d'un point fixe, qui exige nécessairement des variables dépendantes des axes principaux du corps, et qui demande, de plus, que l'on emploie, pour achever la solution, le plan du couple principal.

» En s'appuyant sur cette réduction, M. Wantzel dirige habilement, et avec simplicité, le calcul de l'intégration; il fait plusieurs remarques qui lui sont propres, et signale un cas spécial dans lequel la courbe restant à double courbure, toutes les intégrations n'introduisent que des fonctions elliptiques. Mais si, dans le cas général que j'ai traité, ses formules analytiques s'accordent, au fond, avec les miennes, je dois cependant faire observer que les dernières intégrations ne peuvent être considérées comme ramenées aux fonctions elliptiques, du moins dans la classification admise par les géomètres. Par exemple, j'ai trouvé que l'une des coordonnées a pour expression

$$\xi = \int \frac{p\,d\zeta'\sqrt{1-\zeta'^2}}{\sqrt{2p(e+g\zeta')(1-\zeta'^2)-(h+\theta\zeta')^2}}\cos[\mathrm{H}-\Phi'(h)],$$

où l'on représente par $\Phi'(h)$ la fonction elliptique

$$\Phi'(h) = -\int \frac{(h+\theta\zeta')\,d\zeta'}{(1-\zeta'^2)\sqrt{2p(e+g\zeta')(1-\zeta'^2)-(h+\theta\zeta')^2}};$$

à l'aide de l'intégration par parties, cette variable ξ peut prendre la forme plus simple

$$\xi = p\frac{(1-\zeta'^2)^{\frac{3}{2}}}{h+\theta\zeta'}\sin[\mathrm{H}-\Phi'(h)] + p\int d\zeta'\,\frac{\theta+3h\zeta'+2\theta\zeta'^2}{(h+\theta\zeta')^2}\sqrt{1-\zeta'^2}\sin[\mathrm{H}-\Phi'(h)]:$$

l'autre coordonnée v est susceptible d'une semblable réduction. Or, je ne crois pas que les analystes consentent à classer parmi les fonctions elliptiques les intégrales renfermées dans ces formules, ni même cette intégrale plus simple

$$\int d\zeta' \sin[\Phi'(h)],$$

$\Phi'(h)$ étant la fonction elliptique précédente, ou une autre fonction de cet ordre. C'est ce que j'ai voulu énoncer, pour le cas général, dans la Note du 17 juin, par ces termes : « Ces combinaisons ne me paraissent pas suscep-
» tibles d'être réduites aux simples fonctions elliptiques. »

» Quoi qu'il en soit, sous le rapport analytique, le problème sur lequel j'ai rappelé l'attention des géomètres me semble avoir reçu une solution, tout au moins confirmée par les recherches habiles, et rapides, de M. Wantzel. Après avoir traité le cas de la courbe plane, Lagrange ne pourrait plus

ajouter : « Jusqu'à présent, il ne paraît pas que l'on ait été plus loin dans la » solution générale du problème de la courbe élastique. »

» Au point de vue mécanique, je suis loin de penser que le problème ne doive pas être repris par une analyse plus complète, et moins hypothétique, des efforts d'une tige ayant des dimensions transversales sensibles, quoique très-petites, relativement à sa longueur. En s'éloignant du cas abstrait, que nous avons traité, Poisson et moi, pour aborder, ainsi que l'a déjà fait M. de Saint-Venant, la réalité physique, on rencontrera des formules plus compliquées qui réclameront de nouveaux travaux des géomètres. Il ne sera peut-être pas inutile de posséder, pour les cas les plus simples, une méthode d'intégration, afin de s'élever aux problèmes plus épineux, ne fût-ce que par la voie des approximations. »

RAPPORTS.

CHIMIE. — *Rapport sur plusieurs Mémoires de* M. Ebelmen, *concernant la métallurgie du fer et l'emploi des combustibles gazeux,* fait par M. Chevreul au nom d'une Commission composée de MM. Thenard, Chevreul, Berthier, Dumas et Regnault.

« Tout le monde sait :

» Que les minerais de fer mêlés de fondants passés au haut fourneau donnent la fonte ;

» Que la fonte traitée à la forge ou au four à puddler donne le fer ;

» Que le fer, pour être travaillé au marteau, aux cylindres étireurs, au laminoir, doit avoir été préalablement plus ou moins chauffé dans des fours particuliers.

» Ces opérations exigeant des températures continues des plus élevées, et l'emploi du fer s'étendant tous les jours davantage avec les nouveaux besoins de la société, on conçoit la nécessité, pour y satisfaire, de se procurer et de travailler ce métal avec le minimum de combustible. Qu'on se rappelle maintenant l'énorme quantité de chaleur dégagée avec les gaz des hauts fourneaux, avec ceux des forges et des fours à puddler ; qu'on se rappelle les efforts que l'on a faits, que l'on fait tous les jours pour appliquer cette chaleur perdue à divers usages, au travail du fer particulièrement, et la sidérurgie va apparaître sous une forme nouvelle, soit qu'on cherche le meilleur emploi possible des gaz, soit que, dans l'étude précise dont leur composition est l'objet, on

cherche un complément à nos théories de la réduction du minerai en fonte et de la fonte en fer.

» L'importance des recherches dirigées vers le but d'employer utilement les gaz des fourneaux, ainsi établie d'une manière incontestable, nous dirons que les efforts tentés pour y parvenir portent principalement sur les cinq objets suivants :

» 1°. L'emploi des gaz des hauts fourneaux chauffés au charbon de bois;

» 2°. L'emploi des gaz des foyers d'affinerie chauffés au charbon de bois;

» 3°. L'emploi des gaz des hauts fourneaux chauffés au coke;

» 4°. L'emploi des gaz des fours à puddler chauffés à la houille;

» 5°. L'emploi de gaz provenant de combustibles sans valeur ou de peu de valeur, pris à l'état solide.

» Le 28 mars 1842, nous rendîmes compte à l'Académie des recherches de M. Ebelmen sur le *premier objet*, l'emploi des gaz des hauts fourneaux alimentés au charbon de bois; nous indiquâmes les procédés à l'aide desquels il les avait puisés dans les diverses régions du fourneau, la composition qu'il leur avait trouvée et les conclusions auxquelles il était arrivé relativement à l'emploi qu'on peut en faire comme combustible. Enfin nous indiquâmes les résultats de quelques essais qu'il avait tentés sur le *cinquième objet*, la conversion de combustibles solides de peu de valeur en fluides élastiques inflammables. En même temps que l'Académie, conformément à notre proposition, approuvait ce travail, elle invitait l'auteur à le continuer, et c'est en conséquence de cette invitation, et grâce à une seconde mission qui lui a été donnée par M. Legrand, sous-secrétaire d'État des Travaux publics, que de nouvelles recherches, dont l'ensemble ne comprend pas moins de quatre Mémoires étendus, ont été entreprises et renvoyées à notre examen. Voici les titres de ces Mémoires :

» *Premier Mémoire.* — Recherches sur la composition des gaz qui se dégagent des foyers d'affinerie;

» *Deuxième Mémoire.* — Recherches sur la production et l'emploi des gaz combustibles dans les arts métallurgiques;

» *Troisième Mémoire.* — Recherches sur la carbonisation du bois;

» *Quatrième Mémoire.* — Recherches sur la composition des gaz produits dans les opérations de la métallurgie du fer, etc.

» Dans le compte que nous allons rendre de ces Mémoires, nous ne suivrons pas l'ordre chronologique de leur présentation à l'Académie; nous diviserons notre Rapport en cinq paragraphes correspondants aux cinq objets principaux que nous venons de signaler dans la sidérurgie, en ayant soin de

rattacher à chacun d'eux tout ce qui intéresse la théorie des opérations métallurgiques : cette disposition des matières sera très-propre à faire apprécier l'étendue des travaux de l'auteur des Mémoires, la coordination des observations et des expériences auxquelles il s'est livré, et comment il atteint son but, de diriger la pratique par la théorie, en transportant le laboratoire du savant au sein même des usines qu'il devait éclairer des lumières de la science.

§ Ier. — *De l'emploi des gaz des hauts fourneaux chauffés au charbon de bois, et théorie de la réduction du minerai de fer.*

» L'emploi des gaz des hauts fourneaux chauffés au charbon de bois, et la théorie de la réduction du minerai de fer déduite de la composition de ces gaz puisés dans les différentes régions du fourneau, ayant été l'objet du Rapport du 28 mars, nous ne mentionnons les recherches auxquelles elles ont donné lieu que pour mémoire, et lier les nouveaux travaux aux anciens.

§ II. — *De la composition et de l'emploi des gaz qui se dégagent des foyers d'affinerie, et de la théorie de l'affinage de la fonte au charbon de bois.*

» La transformation de la fonte (gueuse) en fer au moyen du charbon de bois, par le *procédé comtois*, coûte plus que l'affinage opéré dans le four à puddler alimenté à la houille; et malgré cela, puisqu'on continue à le pratiquer, à cause de la meilleure qualité de son produit, on conçoit l'importance de toute étude qui tendra à en diminuer les frais d'exécution, et on aperçoit dès lors la nécessité de connaître toutes les circonstances de l'opération, afin de les soumettre à une théorie capable d'expliquer les manipulations de l'ouvrier, et d'apprécier si l'emploi du combustible est le plus avantageux possible.

» Les efforts de M. Ebelmen ont été dirigés vers ce double but; mais, avant de dire comment il l'a atteint, nous exposerons la théorie de l'affinage du fer opéré au charbon de bois telle qu'elle était lorsqu'il a commencé à s'en occuper.

» A. *Affinage de la fonte au charbon de bois sous le point de vue théorique.* — Une forge comtoise ou un foyer d'affinerie comtois est une cavité prismatique à base rectangulaire horizontale en fonte, limitée par quatre parois verticales pareillement en fonte, dans laquelle on brûle du charbon de bois, afin de produire, sous l'influence de la chaleur, deux effets : 1° la *décarburation de la fonte;* 2° l'*échauffement du fer* provenant de cette décarbu-

ration, nécessaire pour souder toutes les parties du métal, le forger et l'étirer en barres.

» La combustion s'opère dans une forge au moyen de l'air atmosphérique froid ou chaud qui s'échappe de une ou de deux tuyères traversant celle de ses parois verticales appelée *varme*. La profondeur de la forge étant de $0^{m},25$, le museau d'une des tuyères se trouvera à $0^{m},215$ et l'autre à $0^{m},228$ environ du fond. Les jets d'air étant dirigés presque horizontalement, il est évident qu'au-dessous d'eux il y aura une quantité considérable de combustible qu'ils n'atteindront pas. D'un autre côté, lorsque la forge est chargée de charbon, celui-ci formant un amas de $0^{m},35$ à $0^{m},40$ d'épaisseur environ au-dessus des tuyères, on voit comment l'acide carbonique produit par la combustion immédiate du charbon pourra se transformer en oxyde de carbone si la température le permet, et comment il pourra se dégager du foyer d'affinerie, avec ce gaz combustible, du gaz hydrogène provenant de la décomposition de la vapeur d'eau par le carbone, et de la distillation que subit le charbon avant d'être atteint par l'oxygène atmosphérique. Une conséquence de cet état de choses est donc *une grande perte de chaleur dans un foyer d'affinerie, si on ne tire pas parti de celle des gaz qui s'en dégagent à une température très-élevée, et si en même temps on ne brûle pas par l'air atmosphérique l'oxyde de carbone et l'hydrogène qu'ils renferment.*

» Avant d'aller plus loin, distinguons trois régions différentes dans une forge chargée de fonte et de charbon : la *région moyenne*, où s'opère la combustion par la projection de l'air sur le combustible; la *région inférieure*, où il n'y a pas d'atmosphère comburante, et la *région supérieure*, occupée par du charbon et des gaz dépourvus d'oxygène; mais remarquons que les limites de ces régions n'ont pas la fixité des plans limites horizontaux, qu'on peut imaginer partager l'intérieur du haut fourneau en trois régions correspondantes à celles que nous venons de distinguer dans la forge comtoise. Effectivement, dans le premier, la colonne descendante, formée du combustible, du minerai et du fondant, est d'une longueur considérable et invariable pour ainsi dire, et le vent comburant a généralement une vitesse constante; dans la forge, au contraire, la hauteur du charbon, qui, comme la colonne descendante du haut fourneau, vient se brûler devant les tuyères, est très-variable dans le cours de l'opération, et la vitesse du vent l'est beaucoup : ajoutez à cela que la région supérieure n'est pas limitée par des parois verticales comme l'est celle du haut fourneau, et vous comprendrez la différence existant entre les trois régions des deux appareils pyrotechniques que nous venons de comparer l'un à l'autre.

» Lorsque la forge est en feu, l'affinage marche sans interruption, comme la réduction en fonte du minerai de fer opérée au haut fourneau, mais pourtant avec cette différence que le minerai, une fois sorti du haut fourneau à l'état de fonte, n'y rentre plus, tandis que la fonte, qui est arrivée au fond de la forge à l'état pâteux, en sort plus tard à l'état de *loupe*, et que celle-ci est partagée en deux *lopins* de fer qui, frappés au martinet, y rentrent chacun deux fois pour être chauffés au rouge soudant, et deux fois en ressortent pour être forgés.

» Partageons en deux périodes le temps qui s'écoule depuis que la fonte tombe dans la forge jusqu'à celui où elle en sort à l'état de loupe, ou, en d'autres termes, divisons en deux périodes la durée de la transformation en fer d'une quantité donnée de fonte.

» Pendant la *première période*, la fonte se trouve à l'état pâteux au fond de la cavité en contact avec de l'oxyde de fer et du charbon; les deux lopins, provenant d'une *loupe* préparée antérieurement, y sont chauffés; la durée de cette période est de 1 heure à $1^h 15^m$; on consomme les $\frac{11}{12}$ du combustible employé dans l'affinage.

» Pendant la *seconde période*, la fonte est soulevée afin de la *dessorner*, c'est-à-dire de la séparer des *sornes* ou scories qui sont adhérentes au fond et aux angles de la forge. La fonte dessornée est présentée au vent de la tuyère, il se produit de l'oxyde de fer et un sous-silicate de cette base. La fonte, en partie affinée, retombe au fond de la forge, où la décarburation s'achève. C'est alors que l'ouvrier *avale la loupe*, c'est-à-dire qu'il réunit toutes les parties de fer affiné. La durée de cette période est de 25 à 30 minutes; on y consomme $\frac{1}{12}$ seulement du combustible nécessaire à l'affinage.

» Quelle différence y a-t-il entre la fonte et le fer? Tout le monde s'accorde à dire que la première contient du carbone, tandis que le second, s'il n'en est pas absolument dépourvu, en retient infiniment moins que la fonte. L'affinage de celle-ci est donc une décarburation. Mais comment s'opère-t-elle? Longtemps on a pensé que le vent des tuyères brûlait le carbone; mais, dès 1820, l'un de nous avait fait remarquer (*Dictionnaire des Sciences naturelles*, tome XVII, page 228) le peu de probabilité de cette opinion, d'après la double considération de la grande combustibilité du fer à la haute température qu'exige l'affinage, et de la quantité de carbone de la fonte trop faible pour qu'il ne se brûlât pas plus de fer que de carbone, non-seulement relativement aux quantités absolues de ces corps, mais encore proportionnellement à leurs quantités respectives; c'est ce qui lui fit admettre ensuite la réaction de l'oxyde de fer sur le carbone de la fonte. Mais, quoi qu'il en soit

de cette opinion, la démonstration de la théorie de l'affinage par la voie expérimentale restait tout entière à donner. Il fallait définir les actions qui se passent dans les diverses régions d'un espace variable, dont la hauteur ne dépasse pas $0^m,6$ et peut être réduite de moitié environ, et expliquer nettement, en définitive, comment la décarburation s'opère par combustion au milieu du charbon sans que le fer, qui forme la loupe, s'oxyde et se carbure, et rendre compte conséquemment des manœuvres du forgeron qui arrive à ses fins sans avoir jamais été guidé par la science.

» Exposons maintenant les résultats des recherches de M. Ebelmen à ce sujet, et, en examinant les deux périodes de l'affinage de la fonte, nous verrons comment il a atteint le but théorique qu'il s'était proposé.

» *Première période.*—Au moment où la fonte affinée, c'est-à-dire *la loupe,* vient d'être retirée du feu, il n'y a plus dans la forge que du menu charbon. Les tuyères sont à découvert, et la *gueuse,* déjà chaude, placée vis-à-vis d'elle, au contrevent, est couverte des débris de fer, de scories, et plus tard on ajoute les parties qui se détachent de la loupe pendant le cinglage. Enfin on recouvre le tout avec un hectolitre de charbon, et on donne le vent, mais non la totalité; le foyer est constamment rempli de charbon. On évacue les scories pauvres de temps en temps.

» C'est pendant cette opération que les deux lopins provenant de la loupe cinglée sont exposés à la température du blanc soudant vis-à-vis des tuyères et successivement, afin que les parties se rapprochant ou se soudant, on puisse ensuite les forger.

» M. Ebelmen a constaté que dans la région moyenne, où le fer est exposé à la plus haute température de la forge, le charbon qui reçoit le jet d'air atmosphérique des tuyères est converti en acide carbonique. Voici, en effet, la composition des gaz puisés par aspiration au moyen d'un appareil analogue à celui dont il s'était servi pour puiser les gaz dans l'intérieur des hauts fourneaux, au niveau de la face inférieure des lopins :

Acide carbonique.	15,73	13,51
Oxyde de carbone.	8,06	12,44
Hydrogène.	0,70	0,90
Azote.	75,51	73,75

» En puisant les gaz à la hauteur de la face supérieure des lopins, on constate la tendance de l'acide carbonique à passer à l'état d'oxyde par le contact du charbon, car ils sont composés de

Acide carbonique.	7,70
Oxyde de carbone.	20,31
Hydrogène.	0,37
Azote.	71,62

On voit, d'après ces analyses, combien la région moyenne de la forge, celle où s'opère l'action immédiate de l'oxygène atmosphérique sur le carbone, est restreinte dans son étendue, et nous ajouterons combien il serait inexact de la considérer comme un espace limité par des plans parallèles.

» Pendant le forgeage du fer, la fonte se désagrége et tombe dans la région inférieure sur les *sornes*, essentiellement formées d'oxyde de fer et de silice; elle doit être en grumeaux à l'état pâteux.

» En examinant les gaz puisés dans le voisinage de la fonte placée au contrevent, lorsque le premier et le second lopin provenant de l'étirage de la loupe sont exposés au feu, M. Ebelmen les a trouvés composés de

Acide carbonique.	1,64	1,67	6,15
Oxyde de carbone.	29,20	27,85	24,11
Hydrogène.	1,92	2,44	1,30
Azote.	67,24	68,04	68,44

Il est évident que, dans ces circonstances, la fonte se trouve dans une atmosphère non oxydante ou très peu oxydante, car il n'y a que l'acide carbonique capable de l'oxyder, et il n'est qu'en petite quantité. La décarburation s'opère donc alors, dans cette première période de l'affinage, par l'oxygène des scories riches ou de l'oxyde de fer, et c'est alors que les manipulations du forgeron consistent principalement à mettre les scories en contact avec la fonte; il peut y avoir action par *cémentation* et action par projection des scories contre la fonte, projection opérée par le vent des soufflets.

» Lorsque la chaleur augmente, la fonte s'échauffe davantage; mais alors M. Ebelmen n'a pu se procurer des gaz, le tube dont il faisait usage pour les puiser s'obstruant par la projection des scories.

» La composition des gaz puisés immédiatement au-dessus des charbons lorsque les tuyères en sont couvertes, restait à examiner.

» M. Ebelmen a trouvé les compositions suivantes aux gaz puisés, lorsque le charbon dépasse les tuyères de $0^{m},3$ et pendant le rechauffage des deux lopins :

	15 minutes.	20 minutes.	25 minutes.
Acide carbonique.	9,34	5,86	3,60
Oxyde de carbone.	16,68	22,76	24,76
Hydrogène.	5,53	7,46	6,01
Azote.	68,45	63,92	65,63

» La proportion de l'oxyde de carbone augmente donc à mesure que l'opération avance; mais il y a un terme où la couche de charbon devenant moins épaisse, la proportion de ce même oxyde décroît pendant que celle de l'acide carbonique augmente. L'hydrogène va en décroissant, parce que le charbon qui va se brûler en a été, en partie, dépouillé par la distillation qu'il a subie dans la région supérieure. Les analyses suivantes prouvent ce que nous disons :

	Puisés 1 heure après le commencement de l'affinage.	Après 1 heure 10 minutes.
Acide carbonique	10,14	12,86
Oxyde de carbone	16,06	11,88
Hydrogène	2,34	2,51
Azote	71,46	72,75

L'acide carbonique se change donc en oxyde de carbone dans la région supérieure, et le charbon perd son hydrogène par la chaleur de plus en plus élevée à laquelle il est exposé, jusqu'au moment où, parvenu dans la région moyenne, il est réduit en acide carbonique par l'oxygène atmosphérique.

» Telles sont les actions qui se passent dans la première période de l'affinage; parlons de celles qui s'accomplissent durant la seconde.

» *Seconde période.* — Pendant la seconde période, il n'y a plus dans la forge que la fonte et une petite quantité de charbon dont on maintient la proportion en en ajoutant à mesure qu'il s'en consume; il se produit une gerbe brillante dans laquelle M. Ebelmen a puisé des gaz à quatre époques différentes (*a*, *b*, *c*, *d*).

» (*a*) La seconde période s'ouvre par l'opération du *dessornage*, qui consiste à soulever la fonte en partie affinée, afin d'en séparer les sornes ou *scories riches*.

» (*b*) Après le dessornage, la fonte à l'état pâteux, en partie affinée, est présentée au vent des tuyères; la forge ne présente plus alors qu'une région moyenne et une région inférieure; la fonte s'affaisse et descend au-dessous du niveau des tuyères. Dans quelques usines on ajoute, à cette époque, 15 kilogrammes de rognures de tôle, représentant environ $\frac{1}{6}$ de la quantité de fer qui sera produite.

» (*c*) La fonte, ou, comme on dit, la *pièce*, repose à demi plongée dans un bain de scories riches; le forgeron en soulève légèrement les diverses parties, afin de faire circuler l'air à l'entour aussitôt qu'il s'est assuré que l'affinage est opéré.

» (*d*) Il réunit toutes les parties de fer en une seule masse, c'est la loupe.

Il refroidit les museaux des tuyères avec des battitures mouillées. Il arrête le vent et retire la loupe du feu.

» Voici la composition des gaz correspondant aux quatre époques de la deuxième période :

	1re époque.	2e époque.	3e époque	4e époque.
Acide carbonique. . . .	11,97	12,42	10,25	9,36
Oxyde de carbone . . .	8,91	2,65	1,38	0,40
Hydrogène.	3,15	0,78	0,00	0,22
Oxygène.	1,12	4,10	6,52	6,95
Azote.	75,05	80,05	81,85	83,07

» Dans la seconde période, tout l'oxygène ne se porte donc pas, comme dans la première, sur le charbon; non-seulement une portion reste libre de toute combinaison, mais une autre encore se porte sur du fer et du carbone de la fonte pour produire de l'oxyde de fer, de l'oxyde de carbone et beaucoup de chaleur. Une portion d'oxyde de fer convertit les scories crues en silicate basique, et ultérieurement l'oxyde de fer décarbure les dernières portions de fonte. Sans doute l'oxydation de la couche extérieure de la fonte est l'obstacle qui empêche le carbone du combustible de pénétrer dans l'intérieur de la masse ferreuse, pendant que l'oxyde de fer contenu dans cette masse achève l'affinage de la fonte en réagissant sur le carbone.

» On a essayé sans succès de remplacer le charbon de bois, dans l'affinage comtois, par le bois vert et le bois desséché.

» B. *Affinage de la fonte au charbon de bois sous le point de vue de l'application.* — Les détails dans lesquels nous venons d'entrer expliquent bien, conformément à la comparaison que nous avons faite entre le haut fourneau et la forge, pourquoi les gaz qui se dégagent de celle-ci n'ont point la constance de composition de ceux qui se dégagent du premier : ainsi, le vent de la forge est variable; dans la seconde période de l'affinage, l'acide carbonique produit ne traverse pas une couche épaisse de combustible, ainsi que cela a lieu dans la première période; et dans celle-ci même, l'épaisseur de la couche au-dessus de la région moyenne, et l'état du charbon, suivant qu'il est froid ou qu'il a déjà éprouvé l'action de la chaleur, influent sur la nature du produit gazeux des feux d'affinerie comtois.

» La première conséquence à déduire de cet état de choses est l'impossibilité d'obtenir une température assez élevée et soutenue durant un temps suffisant pour opérer le puddlage de la fonte, comme on peut le faire avec les gaz dégagés d'un haut fourneau. Mais on tire aujourd'hui un très-bon parti de ces gaz pour échauffer des fours où l'on expose, soit des tôles

destinées à subir un nouveau laminage, soit du fer destiné à être réduit en *petit fer*. Dans le premier cas, il suffit d'une chaleur rouge-cerise, mais en évitant que l'atmosphère du four soit oxydante ; dans le second cas, la température doit être plus élevée et produite aussi rapidement que possible. D'après cette différence de condition de chaleur, les fours doivent différer les uns des autres dans leur disposition à recevoir les gaz combustibles et l'air nécessaire à leur combustion.

» M. Ebelmen a analysé les gaz combustibles à leur entrée dans les fours annexés aux foyers d'affinerie.

» Voici la composition des gaz *des fours de tôlerie* pendant la durée de l'affinage :

	Première période.		Deuxième période.	
Acide carbonique.........	10,66	12,21	14,87	16,79
Oxyde de carbone.........	16,34	12,91	6,27	0,46
Hydrogène..	4,18	3,18	3,18	0,00
Oxygène...............	0,00	0,00	0,90	1,45
Azote....	68,82	71,70	74,78	81,30

» Si ces analyses ne peuvent représenter la composition moyenne des gaz dégagés des foyers d'affinerie, elles montrent les variations de leur composition à diverses époques de l'affinage.

» Deux causes exercent de l'influence sur la nature des gaz des *fours de petit étirage* : 1° l'époque de l'affinage à laquelle ils se dégagent des foyers d'affinerie ; 2° le volume variable d'air qu'on introduit pour brûler les gaz combustibles, volume réglé au moyen d'un registre placé à l'origine de la cheminée, et de manière à maintenir une petite flamme bleuâtre à bords orangés, sortant par la porte du four.

	Pendant la première période, le registre est ouvert d'une petite quantité.	Pendant la deuxième période, le registre est fermé.
Acide carbonique..............	15,34	16,44
Oxyde de carbone............	8,68	1,12
Hydrogène...................	3,66	0,17
Oxygène.....................	0,00	2,02
Azote	72,32	80,25

» On voit que, quand le registre est fermé, la composition du gaz est la même que celle du gaz du four de tôlerie dans la deuxième période de l'affinage ; et que quand il est ouvert, au commencement de l'affinage, les gaz renferment moins de gaz combustibles que quand il est fermé.

» Dans les fours à registre surtout, la température est très-variable. C'est au moment du *dessornage* qu'elle semble atteindre le *maximum*, et à partir de ce moment elle décroît *très-notablement*. Cependant il semble que ce serait plus tard, lorsque la combustion du gaz est la plus complète, que ce maximum devrait être atteint. M. Ebelmen explique cette anomalie apparente : dans la première période de l'affinage, la charge du charbon se trouve telle, que les gaz dégagés du foyer sont brûlés par l'air atmosphérique à leur entrée du four à réchauffer, près du fer dont on veut élever la température. A mesure que le charbon se consume, l'espace compris entre sa surface et la voûte du four augmente, les parois du foyer s'échauffent, et les gaz parvenant au four à réchauffer, ayant le maximum de température au moment du dessornage, produisent le maximum d'effet par leur combustion ; mais peu à peu le charbon diminue, l'air atmosphérique devenant en léger excès relativement au combustible, les gaz qui se dégagent parcourent un espace toujours plus grand avant de parvenir au four, et ne produisent plus le même dégagement de chaleur.

» Une appréciation *exacte* du rapport de la quantité de chaleur perdue à celle qui est employée dans un foyer d'affinerie, est impossible à établir d'après la pure théorie, par la raison qu'il y a trop de chaleur perdue dans deux circonstances : lorsque l'ouvrier travaille devant une large ouverture de laquelle s'échappe beaucoup de chaleur rayonnante, et lorsqu'il retire la loupe du feu pour la forger. D'un autre côté, il est évident qu'on ne peut employer aussi utilement la chaleur des gaz des foyers d'affinerie, que si on chauffait directement le four annexé au foyer d'affinerie. Quoi qu'il en soit, M. Thirria a établi qu'en représentant par 100 le combustible nécessaire à l'affinage, on travaillera, au moyen des gaz qui s'en dégageront, une masse de fer qui aurait exigé pour être travaillée à la houille, une quantité de ce combustible correspondant à $\frac{70}{100}$ de celui qui est brûlé pour l'affinage.

Résumé du § II.

» Le maximum de température dans une forge à deux tuyères correspond à la région moyenne où l'oxygène de l'air et celui de la vapeur d'eau atmosphérique sont convertis en acide carbonique.

» Dans la première période de l'affinage, la fonte perd du carbone et du silicium au moyen de l'oxygène de l'oxyde de fer qui y est mêlé ou ajouté. Il se produit alors de l'oxyde de carbone et de la silice, et il y a du fer réduit. Suivant M. Ebelmen, la chaleur développée par la combustion du carbone et

du silicium étant loin de compenser celle qui est nécessaire à la séparation de l'oxygène du fer, il doit y avoir refroidissement.

» Dans la deuxième période, lorsqu'il y a combustion du carbone, du silicium et d'une petite quantité de fer devant les tuyères, il y a un grand développement de chaleur; mais par la raison qu'il se produit en même temps dans la masse une réaction entre l'oxyde de fer et le carbone du fer encore carburé, une portion de la chaleur développée par la combustion redevient latente.

» Enfin, dans la première période, les gaz dégagés étant avec excès de matière combustible sans oxygène libre, sont d'un emploi plus avantageux pour chauffer les fours annexés aux foyers comtois, que ne le sont les gaz qui se dégagent dans la deuxième période, ceux-ci contenant de l'oxygène avec une moindre proportion de matière combustible.

§ III. — *De la composition et de l'emploi des gaz des hauts fourneaux chauffés au coke.*

» S'il existe une grande analogie entre la combustion du charbon de bois et celle du coke dans un haut fourneau, il y a pourtant quelques différences sur lesquelles M. Ebelmen insiste avec raison.

» Ainsi, les deux combustibles dans la région des tuyères produisent de l'acide carbonique; un peu plus haut, ce gaz est converti en oxyde de carbone, qui se trouve mêlé d'azote et d'hydrogène provenant de la décomposition de la vapeur d'eau; mais il y a cette différence, que le gaz provenant du coke pris à $0^{m},24$ au-dessus de la tuyère contient une trace d'acide sulfhydrique, lequel est bientôt réduit en hydrogène par le fer et le calcium du fondant, qui s'emparent du soufre pour constituer de la fonte sulfurée et un laitier renfermant du sulfure de calcium. Les gaz qui sortent du gueulard ne contiennent ni acide sulfureux ni acide sulfhydrique, mais une trace d'une vapeur sulfurée que l'acétate de plomb n'absorbe pas et qui paraît être du sulfure de carbone.

» La température aux tuyères est assez élevée pour fondre le fer et la porcelaine presque instantanément; mais on remarque, à partir des tuyères, que les régions du haut fourneau chauffé au coke sont portées, relativement aux régions correspondantes du haut fourneau chauffé au charbon de bois, à *une température plus élevée;* la différence est surtout sensible au gueulard, car la température y est dans le dernier haut fourneau, à charge haute, au-dessous de 112 degrés, et à charge basse, de 112 à 200; tandis que celle du haut fourneau chauffé au coke est, à charge haute, de 228 à 330 degrés, et à charge basse, de 360 à 430 degrés.

» De la tuyère au ventre il y a presque identité de composition entre la

colonne ascendante du haut fourneau au coke et celle du haut fourneau au charbon de bois.

» Voici des analyses de gaz d'un haut fourneau de 11 mètres de hauteur, marchant au coke et à l'air chauffé à 130 degrés, qu'on peut comparer à celles que nous avons indiquées dans notre précédent Rapport :

	Voisinage de la tuyère.	A 0,67 au-dessus de la tuyère.	Au grand ventre.
Acide carbonique	8,11	0,16	0,17
Oxyde de carbone	16,53	36,15	34,01
Hydrogène	0,26	6,99	1,35
Azote	75,10	62,70	64,47

» On peut dire que la colonne ascendante arrivée aux étalages ne renferme plus d'acide carbonique, et il importe de remarquer que l'oxygène de l'oxyde de carbone est à l'azote dans le rapport où les gaz se trouvent dans l'air atmosphérique; il faut donc en conclure que le minerai de la colonne descendante, parvenue à la base de la cuve, a perdu déjà tout son oxygène; car autrement l'oxygène de l'oxyde de carbone de la colonne ascendante, parvenue au sommet des étalages, serait à l'azote dans une proportion plus forte que dans l'atmosphère.

» La colonne ascendante, prise à la moitié de la cuve du fourneau à coke, présente à l'analyse :

Acide carbonique	0,68
Oxyde de carbone	35,12
Hydrogène	1,48
Azote	62,72

d'où il suit que, dans la moitié inférieure de la cuve, c'est à peine s'il y a eu quelque réaction entre la colonne ascendante et la colonne descendante, car le rapport de l'oxygène de l'oxyde de carbone à l'azote de la première est à peu près le même que celui de ces gaz dans l'atmosphère. Cela conduit donc à conclure que *c'est dans la moitié supérieure de la cuve que la réduction du minerai doit s'opérer*. En effet, les gaz pris au gueulard sont formés de :

Acide carbonique	7,15
Oxyde de carbone	28,37
Hydrogène	2,01
Azote	62,47

» Il est donc évident, par la proportion de l'acide carbonique et par la diminution de celle de l'oxyde de carbone, que dans la moitié supérieure de la cuve, le minerai a perdu tout ou presque tout son oxygène par l'oxyde de carbone de la colonne ascendante.

» Puisque la réduction du minerai s'opère en totalité dans la moitié supérieure de la cuve, il faut bien que la température y soit suffisamment élevée. Mais si elle suffit pour la conversion de l'oxyde de carbone en acide carbonique par l'oxygène du minerai, elle serait insuffisante pour la conversion de l'acide carbonique en oxyde de carbone au moyen du charbon.

» Si nous comparons maintenant la colonne ascendante du haut fourneau chauffé au charbon de bois avec celle du haut fourneau chauffé au coke, nous verrons que la proportion de l'acide carbonique de la première augmente depuis le ventre jusqu'au milieu de la cuve (*), mais que, dans la moitié supérieure, le minerai n'a point encore perdu d'oxygène; la colonne ascendante conserve donc sa composition, sauf la vapeur d'eau qu'elle reçoit.

» L'examen précédent démontre donc qu'il y a bien plus de chaleur développée dans un haut fourneau au coke que dans un haut fourneau au charbon. Si nous ajoutons que pour obtenir 100 de fonte il faut brûler, dans le premier, 200 à 285 de coke représentant de 170 à 242 de carbone, tandis qu'il ne faut brûler dans le second que 100 à 150 de charbon de bois représentant 90 à 135 de carbone, ou plus simplement que, dans un haut fourneau, 2 de carbone du coke équivalent à 1 de carbone du charbon de bois, on aura toute certitude de l'accord du résultat pratique avec les observations précédentes.

» La raison de ce résultat est que la disposition du carbone à produire, soit de l'acide carbonique en s'unissant directement avec l'oxygène, soit de l'oxyde de carbone en s'unissant avec l'acide carbonique, est, comme personne ne l'ignore, bien plus grande dans le charbon de bois que dans le coke.

» Cette différence de disposition explique comment il arrive que la région du haut fourneau comprise entre la tuyère et la limite où la colonne ascendante ne contient plus d'acide carbonique, celui-ci s'étant transformé en oxyde de carbone, est plus étendue lorsqu'on brûle du coke que lors-

---

(*) L'acide carbonique provient à la fois de la conversion de l'oxyde de carbone en acide par l'oxygène du minerai, et de la décomposition du carbonate de chaux de la castine.

qu'on brûle du charbon de bois. Si nous considérons que la réduction du minerai est achevée à une grande distance de la tuyère, on comprendra que la fonte obtenue avec le coke, une fois arrivée dans la région de la tuyère, sera bien plus exposée à s'affiner et même à s'oxyder par la double action de l'oxygène atmosphérique et de l'acide carbonique, que ne l'est la fonte obtenue avec le charbon de bois, à moins qu'on ne corrige cette tendance en employant pour la fusion d'un même poids de minerai plus de coke que de charbon de bois.

» Parlons des conséquences qui résulteraient de l'oxydation du fer devant les tuyères par l'oxygène et par l'acide carbonique qui serait changé alors en oxyde de carbone. Rappelons les deux faits suivants :

» *Premier fait.* — 1 litre d'oxygène, en brûlant du fer, développe 6216 calories; s'il est mêlé de 4 litres d'azote, celui-ci absorbant de la chaleur, la température du mélange n'est que de 2690 degrés.

» *Deuxième fait.* — 1 litre d'oxygène mêlé à 4 litres d'azote formant avec le carbone du gaz acide carbonique, produit un mélange dont la température est de 2200 degrés.

» Si du fer s'oxyde devant la tuyère par l'oxygène atmosphérique, la température de la colonne ascendante sera d'autant plus augmentée qu'il se brûlera plus de fer relativement au carbone.

» Si du fer s'oxyde devant la tuyère par l'acide carbonique, il faudra 2 litres de ce gaz pour produire l'effet de 1 litre d'oxygène, puisque l'acide carbonique, loin d'être complétement réduit, est converti en 2 litres d'oxyde de carbone. Or, si le fer dégage 6216 calories avec 2 litres d'acide carbonique, comme 2 litres d'oxyde de carbone en retiennent pour leur constitution 6260 à l'état latent, il s'ensuivra que la température de la colonne ascendante ne sera pas sensiblement changée par l'action comburante de l'acide carbonique sur le fer. Mais les 2 litres d'oxyde de carbone une fois produits, la colonne ascendante ne sera plus exposée à se refroidir, comme elle l'aurait été si les 2 litres d'acide carbonique, au lieu d'être changés en 2 litres d'oxyde de carbone par le fer, eussent été, au-dessus de la tuyère, convertis en 4 litres d'oxyde de carbone par la réaction du charbon.

» Enfin, lorsqu'il y a eu oxydation du fer devant les tuyères, l'oxyde est généralement, du moins en partie, à l'état de sous-silicate. Parvenu dans le creuset, il se trouve en contact avec le carbone de la fonte, avec des fragments de charbon mêlés de laitier; dès lors il y a réduction d'oxyde de fer, formation d'oxyde de carbone et refroidissement. En effet, 1 litre de vapeur de carbone développant 1598 calories pour devenir 2 litres d'oxyde de car-

bone représentant 1 litre d'oxygène, il est évident que 1 litre de ce même oxygène développant avec le fer 6216 calories, il doit y avoir un abaissement de température représenté par $6216 - 1598 = 4618$ calories.

» M. Ebelmen part de ces principes, tirés des expériences de Dulong, pour expliquer un certain nombre de faits concernant ce qu'on appelle l'*allure* des hauts fourneaux.

» Appliquons les recherches de M. Ebelmen à l'emploi des gaz des hauts fourneaux marchant au coke, et remarquons, avant tout, que lorsqu'on perd de $\frac{62 \text{ à } 67}{100}$ de la chaleur produite dans un haut fourneau chauffé au charbon, la perte s'élève à $\frac{82,6}{100}$ dans un haut fourneau chauffé au coke. Il y a donc plus de motifs encore pour employer les gaz de ce dernier, qu'il y en a pour employer ceux du premier.

» Dans ces derniers temps on a employé les gaz du haut fourneau marchant au coke, à chauffer l'eau, à la vaporiser, et surtout à échauffer des fours à réverbère propres au *mazéage* de la fonte, ainsi qu'on l'a pratiqué à Vasseralfingen, dans plusieurs autres usines, et comme le rapporteur l'a vu lui-même l'année dernière à Vienne, dans l'usine de M. Frerejean, où l'on a pris les dispositions suivantes. Les gaz combustibles sont puisés dans le haut fourneau, à $3^m,6$ du gueulard : ils servent à chauffer l'air destiné à brûler le coke du haut fourneau et l'air du four à mazer. La prise des gaz ne dérange pas l'allure de ce fourneau, par la raison que, comme il y en a deux fois autant que dans un haut fourneau marchant au charbon de bois, si, à partir du grand ventre, on en soustrait la moitié de la colonne ascendante, il en restera, pour agir sur le minerai et chauffer la colonne descendante, autant qu'il y en a dans la colonne ascendante du haut fourneau chauffé avec le charbon de bois.

» Les $\frac{36 \text{ à } 37}{100}$ de gaz combustibles qui font partie du courant que l'on a soustrait à la colonne ascendante étant brûlés dans le four à mazer, produisent assez de chaleur pour qu'on puisse mazer, de 1^h30^m à 1^h45^m, 400 kilogrammes de fonte avec un déchet de $\frac{6 \text{ à } 7}{100}$ seulement au lieu de $\frac{13 \text{ à } 14}{100}$ qui aurait lieu dans un foyer de finerie.

» Afin d'exposer tout ce qui concerne l'emploi des gaz combustibles provenant du coke, nous terminerons ce paragraphe par l'examen des gaz qui se dégagent des fourneaux cylindriques appelés *cubilots*, dans lesquels on liquéfie la fonte soit pour la mouler, soit pour la purifier.

» Le cubilot de Vienne, dans lequel M. Ebelmen a puisé les gaz qu'il a examinés, avait $3^m,1$ de hauteur; la tuyère était à $2^m,3$ au-dessous du gueu-

lard. Il produisait 1 000 kilogrammes de fonte moulée par heure, en consommant 180 à 200 kilogrammes de coke.

Acide carbonique	14,25	9,27	11,42
Oxyde de carbone	9,73	17,82	14,92
Hydrogène	0,36	1,15	0,96
Azote	75,64	71,76	72,70
Oxygène correspondant à 100 d'azote	25,02	25,30	25,90

» Ces analyses nous apprennent que la proportion du gaz acide carbonique au gaz oxyde de carbone est assez variable, et que le premier, relativement au volume total, est en quantité assez considérable, puisqu'il s'y trouve depuis 0,09 jusqu'à 0,14. Quant à l'oxygène représenté par les deux gaz, sa proportion à l'azote est assez constante et assez voisine de celle où il se trouve dans l'air.

» Le coke résistant beaucoup à l'action soit de l'oxygène, soit de l'acide carbonique, on voit pourquoi les gaz du cubilot qui ne traversent pas une colonne de combustible aussi élevée que celle du haut fourneau, et qui sont en outre plus exposés à se refroidir par la forme et la construction même de l'appareil, renferment la quantité d'acide carbonique que nous y avons signalée. Dès lors on conçoit que l'emploi de ces gaz, comme combustible, sera bien moins avantageux que celui des gaz des hauts fourneaux; aussi dans un four à réverbère n'a-t-on pu liquéfier la fonte, ainsi qu'on le fait si facilement avec les gaz des hauts fourneaux chauffés au coke.

» Mais si le coke est moins disposé à convertir l'acide carbonique en oxyde de carbone, il est par là même d'un usage plus avantageux dans le cubilot que le charbon de bois; celui-ci, passant facilement à l'état d'oxyde de carbone, donne lieu à un refroidissement qui est rendu bien plus évident si l'on compare au coke consommé la quantité de charbon de pin sylvestre brûlé dans un cubilot pour liquéfier la fonte. Effectivement, 1 000 kilogrammes de fonte sont liquéfiés, comme nous l'avons dit, par 180 à 200 kilogrammes de coke, tandis qu'ils exigent pour l'être de 600 à 800 kilogrammes de charbon de pin. Ainsi donc le coke est de trois à quatre fois plus avantageux que le charbon.

» Si l'on se rappelle maintenant que dans le haut fourneau on brûle, pour produire une même quantité de fonte, deux fois plus de coke que de charbon de bois, on voit comment les recherches de M. Ebelmen expliquent d'une manière simple des résultats qui seraient contradictoires sans la théorie.

» Les observations précédentes expliquent encore pourquoi le coke est d'un meilleur emploi à la forge que le charbon de bois; car, relativement à celui-ci,

devant présenter une colonne plus haute pour que l'acide carbonique produit en premier lieu par le combustible soit changé en oxyde de carbone, et cette conversion donnant lieu à un abaissement de température, à égalité d'espace, le froid sera moindre avec le coke qu'avec le charbon de bois; mais il ne faudrait pas en conclure qu'à poids égal le coke donne plus de chaleur à la forge que le charbon.

§ IV. — *De l'emploi des gaz des fours à puddler chauffés avec la houille, et de ceux des fours à réchauffer le fer.*

» Les gaz que M. Ebelmen a examinés provenaient d'un four à puddler dans lequel 1 094 kilogrammes de fonte donnaient 1 000 kilogrammes de fer puddlé, en consommant 960 kilogrammes de houille menue de Rive-de-Gier.

» La couche de combustible s'élevait, au-dessus de la grille, de $0^m,20$ à $0^m,25$:

	Après 15 minutes.	20 minutes.	35 minutes.
Acide carbonique	13,09	16,23	15,45
Oxyde de carbone	0,18	1,49	0,48
Hydrogène	»	0,36	0,08
Oxygène	4,81	0,96	2,47
Azote	81,92	80,96	81,50
Air échappé à la combustion	22	4,5	11,5

La combustion paraît être moins complète dans un four à réchauffer que dans un four à puddler; car M. Ebelmen a obtenu les résultats suivants, la grille étant couverte d'une couche de $0^m,25$ à $0^m,30$ de combustible :

Acide carbonique	12,44	15,55	17,35
Oxyde de carbone	7,52	4,25	0,69
Hydrogène	3,04	0,86	0,08
Oxygène	0,20	0,81	0,85
Azote	76,80	78,53	81,03
Air échappé à la combustion pour 100 volumes	1	3,9	3,9

Les proportions des gaz sont très-variables aux diverses époques de l'opération, par la raison surtout de la variation d'épaisseur de la couche du combustible placé sur la grille.

» La condition la plus favorable à la production de la chaleur serait la conversion complète du carbone et de l'hydrogène de la houille en acide carbonique et en eau, au moyen de la totalité de l'oxygène atmosphérique; car l'oxyde de carbone, produit après cet acide carbonique par l'action de

ce dernier sur le carbone, est une cause de refroidissement, comme l'est encore l'air qui échappe à la combustion dans une proportion qui a varié, pour 100 volumes, depuis 22 jusqu'à 1. On peut en fixer la moyenne de 7 à 8. Avec cette moyenne, il n'y a pas de combustible dans l'air des cheminées, mais au-dessous il pourrait y en avoir.

» La fumée noire qui apparaît quelques secondes après la charge du four, provient de la décomposition de carbures d'hydrogène volatils par la haute température de l'intérieur du four.

» Si pour 100 volumes d'air il peut y en avoir 22 qui échappent à la combustion dans un four à puddler, cette quantité est bien inférieure à celle que M. Péclet a trouvée dans l'air dégagé du foyer des chaudières à vapeur; car il admet que cette quantité varie de moitié à un tiers, suivant que le tirage est ordinaire ou fort.

§ V. — *De l'emploi des gaz provenant des combustibles solides sans valeur ou de peu de valeur. — Théorie de la carbonisation du bois par le procédé ordinaire des forêts.*

» Une conséquence qui se présente immédiatement à l'esprit de toute personne qui croit aux avantages de l'emploi du gaz combustible des hauts fourneaux, est sans doute la conversion, en gaz inflammable, de combustibles solides de peu de valeur. Le premier auteur qui ait parlé de l'utilité de cette conversion paraît être M. Karsten; il appela l'attention des métallurgistes sur ce sujet au commencement de l'année 1841, et au mois d'octobre de cette même année, M. Ebelmen se livra à des essais dont il donna les résultats dans le Mémoire qu'il communiqua à l'Académie le 24 janvier 1842. En rendant compte de ce travail, nous insistâmes sur l'opportunité qu'il y avait à poursuivre ce genre d'application; il nous reste à exposer comment M. Ebelmen s'est acquitté de cette tâche, en soumettant à ses recherches le charbon de bois, le bois, la tourbe et le coke.

» Mais, avant d'aller plus loin, il faut voir combien il y a de chaleur perdue lorsqu'on brûle le bois ou la houille sur la grille d'un foyer annexé aux fours à réverbère servant à refondre la fonte ou à rechauffer le fer.

» Ce désavantage tient à deux circonstances principales :

» 1°. *La première* est la difficulté de brûler complétement le combustible avec le minimum d'air atmosphérique, de façon à le convertir en acide carbonique et en eau, et à obtenir ainsi le maximum de température qu'il est possible de produire avec l'oxygène mêlé d'azote. Si la couche du combustible est mince et le tirage rapide, il ne se formera que de l'acide carbonique et de l'eau, mais il pourra y avoir de l'air qui n'aura pas pris part

à la combustion; si la couche du combustible est épaisse, l'acide carbonique se transformera en oxyde de carbone, en donnant lieu à un abaissement de température. Ajoutons que, suivant M. Péclet, dans les cas ordinaires, la moitié de l'air échappe au combustible, et que, dans les cas les plus favorables, la fraction n'est pas moindre que de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$.

» 2°. *La seconde circonstance* est l'éloignement du foyer de la matière qu'il s'agit de chauffer. Les gaz excipients de la chaleur, après avoir échauffé cette matière et la voûte du four, doivent avoir évidemment, à leur sortie, une température au moins égale à celle qu'on veut qu'ils communiquent. Cette circonstance explique donc bien la perte de $\frac{91}{100}$ de chaleur dans les fours à réverbère servant à refondre la fonte, et de $\frac{95}{100}$ dans les fours à réchauffer le fer. C'est donc principalement par leurs cheminées que se perd la chaleur; à la vérité, lorsqu'on veut chauffer de l'eau, on peut en employer $\frac{40}{100}$ sur les $\frac{90}{100}$ environ qu'elles laissent dissiper.

» Cela posé, les avantages de l'emploi des combustibles gazeux dans des fours à réverbère seront démontrés quand on considérera que leur combustion s'opère dans un espace très-limité, très-près de leur entrée dans le four; qu'il est facile de régler le courant d'air nécessaire à leur conversion complète en acide carbonique et en eau, et que la combustion s'opérant sous pression, la chaleur qui reste au courant gazeux après qu'il a produit son effet sur la matière à chauffer, peut être employée à élever la température des tuyaux qui amènent dans le fourneau l'air et les gaz combustibles destinés à s'y enflammer.

» Ces considérations prouvent bien l'utilité de toutes recherches qui tendront à substituer l'usage des combustibles gazeux à celui des combustibles solides dans les fours à réverbère.

» Dans ses premières recherches, M. Ebelmen transformait en gaz inflammable des combustibles de peu de valeur placés sur la grille d'un foyer au-dessous de laquelle affluait de l'air sec; ou, s'il faisait usage d'air et de vapeur d'eau, celle-ci arrivait par une ouverture située au-dessus de la grille. Si ces manières d'opérer étaient préférables à la conversion en gaz et en charbon des combustibles chauffés dans des cornues ou des cylindres, cependant elles avaient des inconvénients réels. C'est la raison pourquoi M. Ebelmen a préféré de charger un fourneau de combustible, et d'y faire passer, dans un temps donné, la quantité d'air convenable pour réduire l'acide carbonique et l'eau en oxyde de carbone et en hydrogène.

» A. *Examen des gaz produits avec le charbon de bois.* — Le charbon de bois dont M. Ebelmen a fait usage était la braise et les menus des halles auxquels

on ajoutait 1 lit.,5 de fondants par hectolitre de combustible. Le générateur, dont la forme intérieure ressemblait à celle d'un haut fourneau, recevait l'air de deux tuyères. Les gaz combustibles arrivaient, avec une température de 400 degrés, dans un four à reverbère, où ils étaient brûlés par un courant d'air chauffé de 290 à 310 degrés. Quatre heures après qu'ils avaient été enflammés, des barreaux de fer se trouvèrent chauffés au blanc soudant, conséquemment on pouvait les forger, les souder et les étirer. On brûlait par heure dans le générateur 3 hectolitres de braise pesant 54 kilogrammes.

» M. Ebelmen a trouvé les compositions suivantes aux gaz provenant du générateur chargé successivement de braise et de fraisil tamisé :

	Braise.		Fraisil.
Acide carbonique.	0,45	0,59	0,50
Oxyde de carbone.	33,63	32,74	33,51
Hydrogène.	2,55	4,29	1,52
Azote.	63,37	62,38	64,47

» La plus grande quantité de l'eau hygrométrique du charbon était dégagée hors du fourneau. L'acide carbonique provenait de la distillation que le charbon subissait avant d'être brûlé, et d'une petite quantité de carbonate de chaux qui y était mêlée. Enfin l'hydrogène résultait de la décomposition de la vapeur d'eau mêlée à l'air atmosphérique, et surtout de la distillation du charbon; nous disons *surtout*, parce que la braise, plus hydrogénée que le fraisil, en a donné plus que ce dernier. Mais si l'on voulait faire usage de fraisil non tamisé, il serait nécessaire de ne le brûler que séché; car s'il retenait une quantité notable d'humidité, il pourrait occasionner des explosions dangereuses dans le fourneau.

» Deux circonstances extrêmes peuvent se présenter dans un four à reverbère, relativement à la proportion de l'air et des gaz inflammables : ou l'air est en excès, ou bien ce sont les gaz combustibles.

	Excès d'air.	Défaut d'air.
Acide carbonique. . .	16,89	16,71
Oxyde de carbone. . .	0,45	5,77
Hydrogène.	0,00	0,42
Oxygène..	2,63	0,00
Azote.	80,03	77,10

» La première analyse démontre la possibilité de brûler complétement ou presque complétement les gaz inflammables avec un très-léger excès d'air atmosphérique.

» Les expériences dont nous venons de parler ont conduit à établir dans les usines de la compagnie d'Audincourt trois générateurs de gaz qui marchent aujourd'hui avec régularité en alimentant chacun un four à réverbère. L'un d'eux sert au réchauffage des tôles fines; on y passe 30000 kilogrammes de tôle par mois, en consommant 720 hectolitres de fraisil. Au moyen des deux autres, on peut porter au *blanc soudant*, c'est-à-dire à la température la plus élevée que l'on développe dans les foyers métallurgiques, des *trousses* composées de barres de fer plates et pesant de 300 à 500 kilogrammes; ces trousses servent à la fabrication de la grosse tôle. En brûlant, dans chaque générateur annexé à chacun de ces deux fours, 90 à 100 hectolitres (1600 à 1800 kil.) de braise et de fraisil par vingt-quatre heures, on passe dans le même temps, dans chaque four, de 3800 à 4000 kilogrammes de tôle. La fabrication des grosses tôles d'Audincourt est fondée entièrement, depuis son établissement dans ces usines, sur l'usage des générateurs de gaz alimentés par des combustibles de faible ou de nulle valeur pour ainsi dire.

» Lorsqu'on fait arriver dans un générateur dont la tuyère est portée au rouge blanc, de la vapeur d'eau sans que l'air cesse d'y affluer, la température de cette tuyère s'abaisse au rouge, et les scories qui pouvaient être à l'état liquide, dans le voisinage, deviennent pâteuses. *La propriété refroidissante de la vapeur est donc incontestable.*

» Voici la composition des gaz qui s'échappent d'un générateur, suivant que la combustion s'y opère avec de l'air sec ou de l'air mêlé de vapeur d'eau :

	Air sec.	Air et vapeur.
Acide carbonique. . .	0,41	5,50
Oxyde de carbone. . .	33,04	27,20
Hydrogène.	4,43	14,00
Azote.	62,12	53,30

» Il n'est pas douteux, d'après la première analyse, que la vapeur d'eau, en se portant sur le carbone, produit immédiatement de l'acide carbonique.

» B. *Examen des gaz produits avec le bois.* — La conversion du bois en gaz, dans un générateur semblable à celui où l'on avait opéré celle du charbon, a été une occasion de reconnaître l'exactitude de plusieurs observations importantes citées plus haut, ainsi que nous le dirons bientôt.

» Les gaz produits avec de gros rondins de $0^{m},12$ de longueur, et dont les trois quarts étaient d'essences dures, avaient au plus 125 degrés à leur sortie du fourneau; ils brûlaient avec une flamme éclatante, parce qu'ils renfermaient un carbure d'hydrogène parmi des produits liquides dont le poids s'élevait par litre de gaz sec, et à la pression de $0^{m},760$, de $0^{gr},442$ à $0^{gr},515$.

» Voici la composition des gaz, abstraction faite de ces produits liquides :

	2 heures,	9 heures,	12 heures après la mise au feu.
Acide carbonique. . .	9,55	6,67	7,80
Oxyde de carbone. . .	29,45	32,21	32,59
Hydrogène.	9,46	10,39	10,13
Azote.	51,54	50,72	49,48

» Les gaz puisés à $0^m,45$ au-dessus de la tuyère ne contenaient pas de matière condensable; ils étaient formés de

Acide carbonique. . .	0,49
Oxyde de carbone. . .	33,70
Hydrogène.	1,81
Azote.	64,00

» Cette dernière analyse démontre que tout ou presque tout l'oxygène atmosphérique s'est porté sur le carbone, et que dès lors les choses se sont passées dans la région inférieure du fourneau comme si celui-ci eût été alimenté avec du charbon. Cela posé, l'acide carbonique produit d'abord a été bientôt converti en oxyde de carbone; dès lors une partie de la chaleur développée par la combustion directe du carbone, ayant disparu pour constituer l'oxyde de carbone, la colonne ascendante n'ayant pu conserver de chaleur sensible que celle qui est représentée par la proportion de l'oxyde gazeux qu'elle renferme, la carbonisation du bois n'a pu être opérée que par elle; et il est de toute évidence qu'elle l'a été comme si le bois eût été chauffé dans une cornue.

» Si maintenant nous rappelons que la température des gaz à leur sortie du générateur n'est que de 125 degrés, nous verrons pourquoi M. Ebelmen a posé en principe que *la chaleur nécessaire à réduire en charbon le bois séché simplement à l'air, est à très-peu près égale à celle que donnerait ce même charbon, s'il était réduit par le gaz oxygène en oxyde de carbone.* Cette conclusion est importante par le jour qu'elle jette sur la question de l'emploi du bois dans la métallurgie en général et dans celle du fer en particulier.

» Effectivement, qu'un haut fourneau travaille à l'air froid et au bois simplement séché à l'air, aussitôt que l'oxygène de la colonne ascendante sera changé en oxyde de carbone, celle-ci n'ayant que la chaleur nécessaire à la carbonisation du bois de la colonne descendante, il est évident qu'il n'en reste plus pour expulser l'eau et l'acide carbonique du minerai et du fondant,

et porter les matières à la température nécessaire à la désoxydation du fer par l'oxyde de carbone, à la liquéfaction du fondant et de la fonte. Si l'on objectait à cette conséquence que la chaleur sensible ou thermométrique se distribue indistinctement entre le bois, le minerai et le fondant, et non entre le bois seulement, nous répondrions qu'il y aurait bientôt dans le fourneau, au-dessus de la région où l'acide carbonique vient de se convertir en oxyde de carbone, une limite à laquelle le bois, le fondant et le minerai cesseraient d'être échauffés, et que cette limite s'abaissant de plus en plus vers la tuyère, il y aurait un moment où le bois y parviendrait sans être réduit en charbon; il ne pourrait plus y avoir d'action mutuelle entre le minerai, le fondant et le combustible. La conséquence à laquelle nous venons d'arriver donne l'explication de la suppression du bois vert dans la plupart des usines de la Franche-Comté, et la nécessité, si l'on voulait en continuer l'usage, de chauffer l'air assez fortement pour compléter la quantité de chaleur indispensable à la carbonisation du bois, à la réaction de l'oxyde de carbone et du minerai, à la liquéfaction du fondant et de la fonte.

» C. *Examen des gaz produits avec la tourbe.* — L'examen du gaz provenant de la tourbe(*) brûlée dans le générateur qui avait servi au bois, a conduit M. Ebelmen à des observations intéressantes sur la différence qu'il y a entre ces deux combustibles brûlés de cette manière. En effet, lorsque les gaz provenant du bois renfermaient tout l'oxygène atmosphérique à l'état d'oxyde de carbone, les gaz provenant de la tourbe ne contenaient que les $\frac{2}{3}$ de l'oxygène atmosphérique à l'état d'oxyde de carbone, comme le montrent les analyses suivantes :

Acide carbonique..........	7,32	10,79
Oxyde de carbone.........	22,63	21,04
Hydrogène...............	5,92	9,36
Azote....................	64,13	58,80

» Le litre de gaz sec à zéro et à la pression de $0^{m},760$, avait donné $0^{gr},366$ de produits liquides.

» Il aurait donc fallu, pour convertir en oxyde de carbone tout l'acide carbonique produit en premier lieu par l'action de l'oxygène sur le carbone de la tourbe, une colonne de cette dernière plus élevée que celle du bois. Et cette différence provient de ce que le charbon de tourbe est moins disposé à

(*) Cette tourbe donnait à la distillation 70,4 de matières volatiles,
et laissait un résidu formé de......... { 26,2 de charbon,
3,4 de cendres.

se changer en acide carbonique et en oxyde de carbone, que ne l'est le charbon de bois. Sous ce rapport, il se rapproche donc du coke.

» D. *Examen des gaz produits avec le coke.* — M. Ebelmen s'est assuré, en alimentant un générateur avec du coke, de la possibilité de produire des gaz capables de chauffer un four à réverbère de mazerie. En brûlant 154 kilogr. de coke avec de l'air chauffé à la température de 160 à 180 degrés, on liquéfiait 300 kilogr. de fonte.

» Les gaz étaient formés de

Acide carbonique	0,73
Oxyde de carbone	33,54
Hydrogène	1,47
Azote	64,10
Hydrogène sulfuré	0,16

» Il est difficile d'expliquer l'existence de l'acide sulfhydrique à une température aussi élevée que l'est celle des gaz au sein desquels il se trouve, si l'on n'admet pas qu'il est le résultat d'une combinaison produite à une température inférieure à celle où se trouvent les gaz dans la région de la tuyère; car il ne serait pas absolument impossible qu'il existât à une température très-élevée du soufre et de l'hydrogène dans un état tel que, par un abaissement de température, ils s'uniraient ensemble. Peut-être les gaz contenaient-ils encore du sulfure de carbone. Quoi qu'il en soit, il est vraisemblable qu'au moyen de la chaux et des battitures de fer, on pourrait dépouiller les gaz de leur soufre.

Observations et expériences sur la carbonisation du bois par le procédé ordinaire.

» Nous terminerons ce Rapport par l'exposé d'observations et d'expériences de M. Ebelmen sur la carbonisation du bois, opérée, non par distillation en vase clos, mais par le procédé ordinaire pratiqué dans les forêts.

» Si la théorie du procédé par distillation est très-simple, parce qu'elle est un cas de la décomposition que les matières organiques fixes éprouvent lorsqu'elles sont soumises à une température capable de surmonter l'affinité mutuelle de l'oxygène, du carbone et de l'hydrogène qui constituent le ligneux dont le bois est principalement formé, il n'en est pas de même de la théorie de la carbonisation opérée par le procédé ordinaire des forêts. Il est donc tout simple que les recherches de M. Ebelmen l'aient conduit à traiter les questions suivantes :

» La chaleur nécessaire à la carbonisation provient-elle de la combustion

de carbures d'hydrogène gazeux par l'oxygène atmosphérique qui pénètre dans la *meule,* ou bien de la combustion d'une portion de carbone?

» Le carbone, en brûlant, produit-il de l'acide carbonique ou de l'oxyde de carbone?

» Enfin, comment l'air se distribue-t-il dans la meule, et comment la carbonisation s'y propage-t-elle?

» La solution de ces questions, en donnant la théorie de la carbonisation, intéresserait sans doute la pratique relativement au rendement le plus fort qu'on peut atteindre par le procédé ordinaire, et relativement à la possibilité de réduire le bois en charbon roux d'une manière économique, et aussi simple, qu'on le réduit en charbon noir.

» Les expériences de M. Ebelmen ont été faites à Audincourt, où le bois est réduit en charbon par le procédé ordinaire, auquel on a fait subir les modifications suivantes : on a pratiqué une cavité, en forme de chaudière, au centre de l'aire où la meule doit être établie; les parois de cette cavité sont revêtues d'un mur en brique, et trois conduits souterrains, qui s'ouvrent à l'extérieur de la meule, partent de la chaudière en divergeant; on charge la chaudière de menu bois bien desséché; on la recouvre d'une plaque de tôle, et enfin on dispose dessus, et autour d'elle, la meule de bois. Chaque meule se compose de 50 à 60 stères de bois; la carbonisation dure de quatre à cinq jours. Autrefois, une meule se composait de 150 à 180 stères de bois, et la durée de la carbonisation était de douze à quinze jours.

» Exposons maintenant les résultats des recherches de M. Ebelmen.

» Il trouve que les gaz, puisés dans la meule à diverses époques de la carbonisation, sont composés de la manière suivante : si, en partant du volume d'azote, on suppose que l'oxygène qui y correspond dans l'air ait été complétement changé en acide carbonique par la carbonisation, on trouve, en soustrayant cet azote et cet acide carbonique de la totalité du gaz, un reste d'acide carbonique, d'oxyde de carbone et d'hydrogène, dont les proportions mutuelles sont les mêmes que celles où se trouvent les mêmes gaz dans le produit gazeux du bois distillé en vases clos, et, pour les deux cas, la proportion de l'hydrogène s'accroît à mesure que la carbonisation tire à sa fin.

» On peut donc dire que, dans la carbonisation en meule, le bois se partage en deux portions : l'une est consumée pour fournir la chaleur nécessaire à la distillation de l'autre portion, et la combustion de la première portion résulte uniquement de l'union du carbone avec l'oxygène atmosphérique.

» Voyons ce qui se passe après que le feu a été allumé dans la chaudière. La plaque de tôle s'échauffe, et le combustible *menu,* placé au-dessus,

s'embrase; l'air qui le brûle s'introduit par des évents pratiqués à la base de la couche de terre qui recouvre le bois dont la meule se compose, et forme ainsi une sorte de fourneau. On creuse d'autres évents, successivement du sommet de la meule à sa base, en ayant soin d'attendre, pour en ouvrir de nouveaux, que la carbonisation soit opérée dans les parties correspondantes à ceux qui ont été ouverts en dernier lieu, et qui se ferment spontanément par l'affaissement de la terre que détermine le tassement du charbon placé au-dessous. Les évents d'admission de l'air pratiqués à la base de la meule restent ouverts pendant toute la durée de la carbonisation. Voici comment M. Ebelmen comprend la propagation de la carbonisation. Au commencement, le charbon produit occupe un espace conique dont l'axe se confond avec celui de la meule, mais avec cette différence que celle-ci affecte la forme d'un cône droit, c'est-à-dire d'un cône dont le sommet est en haut, et la base sur le sol, tandis que l'espace occupé par le charbon affecte la forme d'un cône renversé, dont le sommet pose sur le milieu de la plaque de tôle de la chaudière. A mesure que la carbonisation se propage, l'angle du cône devient de plus en plus ouvert, jusqu'à ce qu'enfin la carbonisation soit complète. Le charbon ainsi produit est soutenu par du bois incomplétement carbonisé, mais encore assez résistant pour ne pas se briser. Par la dessiccation et le commencement de distillation que les morceaux de bois ont déjà subis, il se produit un vide entre eux qui occasionne un appel de l'air extérieur par les évents pratiqués à la base de la meule.

» On pourrait être surpris que l'oxygène atmosphérique se porte sur le charbon solide plutôt que sur les gaz combustibles auxquels la distillation du bois donne lieu; mais, en considérant que ces gaz sont mélangés de vapeur d'eau et d'azote, que leurs chaleurs spécifiques sont très-grandes, on verra que leur température est inférieure à celle où ils devraient être pour prendre feu.

» 100 parties de bois séché à l'air, soumises à une distillation en vases clos convenablement conduite pour obtenir le maximum de charbon, en donnent 25; nous disons *convenablement conduite*, par la raison que le charbon produit en premier lieu par la carbonisation des couches extérieures du bois dans une distillation rapide, serait en partie converti en gaz par la réaction des fluides élastiques provenant de la carbonisation du centre de ce même bois.

» M. Ebelmen admet que la chaleur nécessaire à la carbonisation de 100 parties de bois séché à l'air est représentée par celle que dégageraient 17,5 par-

ties de carbone de ce bois qui passeraient à l'état d'oxyde de carbone. Or, comme les 100 parties laissent à peu près cette quantité de charbon, on peut dire que la chaleur nécessaire à la carbonisation du bois séché à l'air est à peu près égale à celle qui serait fournie par la conversion, en oxyde de carbone, du charbon produit par ces 100 parties.

» L'économie dont l'exécution de la carbonisation en meule serait susceptible consisterait, suivant M. Ebelmen, a opérer le développement de la chaleur au moyen d'un charbon de peu de valeur, tels que le *menu des halles* et le bois trop mince pour fournir un charbon de vente.

» Enfin, d'après la manière dont M. Ebelmen a envisagé la théorie de la carbonisation en meule, il lui paraît difficile d'appliquer avec succès ce mode d'opérer à la production du charbon roux.

» L'importance des Mémoires que nous venons d'examiner, le grand nombre des questions traitées par l'auteur, et l'intérêt qu'elles présentent au point de vue de la science pure, aussi bien qu'au point de vue de l'application, justifieraient sans doute l'étendue de ce Rapport, quand même nous n'aurions pas à faire remarquer que ces Mémoires ont été présentés à l'Académie sans être l'objet d'aucune lecture propre à donner une idée de ce qu'ils valent. Dans cette circonstance, la Commission appelée à les juger n'aurait pu, sans oublier sa mission, s'abstenir de faire connaître, d'une manière exacte et détaillée, des recherches poursuivies pendant plusieurs années avec autant de persévérance que de talent, et qui seront toujours citées honorablement comme un des premiers exemples où la science du physicien et du chimiste a concouru, avec le savoir de l'ingénieur, à éclairer et approfondir un des sujets les plus importants de la métallurgie. M. Ebelmen mériterait toute la reconnaissance des amis des sciences utiles si, en soumettant à une révision générale l'ensemble des matériaux qu'il a publiés successivement, il les coordonnait dans un ouvrage spécial, de manière à donner plus de développements qu'il ne l'a fait à quelques explications théoriques; sans doute il rendrait l'exposé de ses importants travaux plus accessible à l'intelligence de ses lecteurs, par l'ordre rationnel auquel il les subordonnerait.

» Les recherches dont nous venons de parler atteignent donc le but que s'était proposé M. Legrand, sous-secrétaire d'État des Travaux publics, lorsque, frappé des avantages que pouvait avoir l'emploi des gaz des hauts fourneaux, et autres foyers métallurgiques, il confiait à M. Ebelmen l'honorable

mission de les apprécier par la voie de l'expérience, ainsi que nous l'avons déjà dit. Mais l'État ne possédant aucune usine où l'on puisse se livrer à de pareils travaux, les ingénieurs chargés de les entreprendre sont dans la nécessité de recourir à l'industrie particulière; dès lors, on conçoit la difficulté de trouver un établissement dont le chef consente à y admettre pendant plusieurs mois un étranger qui, non-seulement prendra connaissance de ce qu'on y fait, mais y sera encore une cause de dérangements par les travaux qu'il a mission d'entreprendre. Après les noms de feu Jeanmaire, directeur de l'usine d'Audincourt, de M. Bouchot, un des propriétaires des usines de Clerval, cités honorablement dans notre Rapport du 28 mars 1842, pour avoir donné à M. Ebelmen les moyens de faire ses premières recherches, nous mentionnerons aujourd'hui le nom de M. Frerejean, maître de forges à Vienne, pour l'empressement qu'il a mis à donner au jeune ingénieur des Mines les facilités et les secours de tout genre qui étaient nécessaires à l'achèvement de son travail.

Conclusion.

» Les Mémoires dont nous venons de rendre compte étant destinés aux *Annales des Mines*, nous ne pouvons, malgré le désir que nous en avons, proposer à l'Académie de donner à M. Ebelmen la plus grande marque d'estime qu'elle accorde aux auteurs des travaux qui lui sont présentés, l'insertion dans le Recueil des *Mémoires des Savants étrangers*; en conséquence, nous bornons nos conclusions à demander son approbation pour les quatre Mémoires qui font l'objet de ce Rapport. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un membre de la Commission administrative. Le choix doit être fait dans les sections des Sciences physiques; le membre sortant peut être réélu.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 48,

M. Beudant, membre sortant, obtient 36 suffrages et est déclaré élu.

L'Académie procède ensuite, également par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la place de Minéralogie et de Géologie, en remplacement de feu M. le baron *de Moll*.

Le nombre des votants étant de 41, au premier tour de scrutin,

M. Murchison obtient.......	27 suffrages.
M. Fournet...............	7
M. Sedgwick..............	4
M. Charpentier............	2
M. Freiesleben............	1

M. Murchison, ayant réuni la majorité des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Mémoire sur le développement des fausses membranes à la surface interne de la vessie, sous l'influence de cantharides appliquées à la peau; par* M. Morel-Lavallée.

(Commissaires, MM. Pelouze, Rayer, Velpeau.)

Dans ce Mémoire, M. Morel-Lavallée fait connaître, d'après ses observations personnelles, quatre cas dans lesquels l'application sur la peau d'un emplâtre de cantharides a déterminé, à la surface interne de la vessie, la formation de fausses membranes qui ont été expulsées par l'urètre, se présentant sous forme de lambeaux à bords inégaux et de grandeur variable. Ces lambeaux, qui sortaient en petites pelotes ou en rouleaux, se développaient facilement et offraient alors la plus grande ressemblance avec les fausses membranes que détermine sur la peau l'application d'un vésicatoire; la seule différence consistait en ce que ces dernières présentent à leur face interne une apparence ponctuée due à l'impression des papilles dermiques, tandis que celles de la vessie étaient également lisses sur les deux faces.

L'irritation s'annonce dans ce cas, comme dans celui où elle reconnaît pour cause la présence d'un calcul dans la vessie, par une douleur que le malade rapporte communément au gland.

M. Morel-Lavallée n'a pas eu occasion d'observer la muqueuse vésicale des individus chez lesquels cet accident s'était montré, mais il soupçonne qu'il pourrait y avoir eu formation de fausses membranes chez une malade qui mourut d'une pleurésie, dont on avait cherché vainement à se rendre maître par l'application répétée de vésicatoires. Chez cette femme, dit M. *Vidal de Cassis* qui en a fait l'autopsie, « la vessie, à sa face interne, était rouge et » boursouflée comme la conjonctive dans l'ophthalmie blennorrhagique. »

A la vérité on ne dit point que des fausses membranes aient été rendues avec les urines; mais comme le fait n'avait pas encore été signalé, il aurait pu échapper à l'observation; on le concevrait d'autant mieux, que la largeur de l'urètre, chez la femme, et le peu de longueur de ce canal, eût rendu leur expulsion plus facile. L'auteur du Mémoire déclare d'ailleurs n'avoir jamais eu l'occasion de constater la formation de ces pseudo-membranes sur des femmes.

M. Morel-Lavallée remarque que, dans un des cas qui ont été soumis à son observation, les urines ont laissé déposer de l'albumine. Il pense que l'on en trouverait fréquemment dans les cas où l'application de vésicatoires occasionne de l'irritation à la vessie, si l'on observait l'urine avec le même soin qu'on le fait quand il s'agit de reconnaître la maladie de Bright.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. Galinier et Ferret adressent de nouveaux documents relatifs aux résultats scientifiques de leur voyage en Abyssinie. Cet envoi comprend les pièces suivantes:

Observations astronomiques, sept fascicules;
Observations barométriques et thermométriques;
Carte du Tigré et du Semen;
Mémoire sur la construction de cette carte;
Plans topographiques de diverses localités;
Description physique de l'Abyssinie;
Vues de montagnes, costumes, scènes domestiques;
Plantes d'Abyssinie (décrites par M. *Delile*);
Insectes d'Abyssinie (décrits par MM. *Reich* et *Marchal*).

M. Reich, dans une Note qu'il a jointe à sa description des espèces nouvelles, fait remarquer que cette partie de la collection, quoique peu nombreuse en individus (les deux voyageurs n'ayant pu conserver qu'une petite partie de ce qu'ils avaient récolté), offre cependant un grand intérêt par la proportion vraiment extraordinaire des espèces nouvelles qui s'y trouvent: ainsi, sur cent quatre-vingt-huit espèces rapportées par MM. Galinier et Ferret, il y en a, suivant M. Reich, cent trente-huit qui étaient restées jusqu'à ce jour complétement inconnues aux entomologistes. Ces insectes ont été principalement recueillis dans le district d'Inteschaou, au royaume de Tigré, où MM. Galinier et Ferret furent contraints, par de graves maladies, de faire un long séjour.

« Comme on devait s'y attendre, dit M. Reich, l'entomologie de ce pays participe de celles de l'Égypte et du Sénégal; mais, ce qui est remarquable, c'est qu'elle a encore plus de rapports avec l'entomologie du cap de Bonne-Espérance. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Analyse de l'ergot du seigle; par* M. **Legrip.**

(Commission précédemment nommée pour un Mémoire de M. Bonjean sur le même sujet.)

Dans le travail qu'il soumet au jugement de l'Académie, l'auteur, comme l'indique le titre de son Mémoire, avait principalement pour but de faire connaître la composition chimique du seigle ergoté; cependant il a été conduit à essayer l'action thérapeutique de quelques-uns des produits obtenus dans le cours de ses recherches, et les résultats auxquels il est arrivé diffèrent de ceux qu'annoncent avoir obtenu d'autres expérimentateurs. Ainsi une huile fixe qui entre pour un tiers environ dans la composition du corps analysé, et que l'on avait représentée comme douée d'une action toxique très-prononcée, a pu être administrée à haute dose à un jeune animal, sans produire aucun effet apparent. L'extrait alcoolique a été ensuite essayé, et a présenté la même innocuité.

Dans une analyse du seigle ergoté, dont la publication remonte déjà à plusieurs années, on avait signalé la présence d'une matière cristallisant en paillettes (l'ergotine); M. Legrip annonce qu'il n'est pas parvenu à isoler cette substance, et exprime le regret de ce que l'auteur n'a pas fait connaître le procédé opératoire au moyen duquel il l'a obtenue.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Figure et description d'un bras artificiel; par* M. **Van Peterssen.**

(Commissaires, MM. Magendie, Gambey, Rayer, Velpeau.)

Dans la Lettre qui accompagne cet envoi, M. Van Peterssen annonce qu'il est en mesure de présenter à la Commission qui sera chargée d'examiner son appareil, deux personnes qui s'en servent aujourd'hui, et qui en retirent une grande utilité.

M. **Ducros** adresse un nouveau Mémoire sur le *rôle que joue l'électricité dans les phénomènes de la circulation à l'état sain et dans l'état de ma-*

ladie, et sur les conséquences que l'on en peut tirer relativement au traitement des affections inflammatoires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Guérin prie l'Académie de vouloir bien lui désigner des Commissaires auxquels il soumettra un *appareil* qu'il emploie dans le traitement de certaines *maladies des organes génito-urinaires chez les femmes.* Cet appareil a pour objet de faire parvenir jusqu'aux organes malades les liquides de bains généraux.

(Commissaires, MM. Roux, Velpeau.)

M. Lanier adresse une Note sur des *appareils* qu'il emploie pour déterminer la *pesanteur spécifique des corps solides et liquides,* appareils qu'il considère comme plus simples et d'un emploi plus facile que ceux dont on se sert habituellement.

Cette Note est renvoyée à l'examen de M. Séguier, qui fera savoir à l'Académie si les procédés proposés peuvent être l'objet d'un Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. Flourens présente à l'Académie, au nom de l'auteur, M. Mayer, de Bonn, un opuscule sur l'organe électrique de certains poissons et principalement de la torpille. Relativement à ce dernier animal, M. Mayer soutient que les derniers rameaux des nerfs qui se rendent à l'organe électrique se distribuent réellement dans l'intérieur des colonnes prismatiques juxtaposées, et ne se bornent pas, comme on l'a dit récemment, à former des anses autour de ces prismes.

Dans une partie de son Mémoire, M. Mayer s'occupe de ce qu'il nomme l'*organe pseudo-électrique* de certaines raies qui ne donnent point de commotions; il en présente la figure pour la raie batis, et annonce l'avoir trouvée également dans la raie bouclée, la raie de Schultz et plusieurs autres.

En terminant, M. Mayer donne une courte description de deux espèces d'hœmatozoaires qu'il a observées dans le sang de la grenouille commune, et qu'il considère comme nouvelles.

M. Flourens présente, également au nom du même auteur, une dissertation sur les petits corps observés par M. *Pacini* à la plante des pieds et à la paume

des mains chez l'homme, et que M. *Lacauchie* a depuis observées dans le mésentère des chats. M. Mayer a vainement cherché ces organes dans le mésentère chez d'autres carnassiers; mais quant à ceux des extrémités, il les a observés chez le blaireau et le renard.

M. Soleil met sous les yeux de l'Académie un microscope polarisant qu'il a construit d'après les dessins et sous la direction de M. *Amici*.

M. Babinet donne sur cet instrument les détails suivants :

« Le microscope polarisant de M. Amici, présenté par M. Soleil, offre le moyen de répéter toutes les expériences de polarisation sur de très-petits échantillons, et de reconnaître la structure des cristaux, les couleurs des verres trempés, comprimés, chauffés, courbés, etc. Avec l'addition d'un tuyau qui en fait une vraie lunette, où l'œil est placé près de l'objectif, et qui, par suite, possède un champ immense, on aperçoit d'un coup d'œil des systèmes d'anneaux très-écartés, par exemple ceux du mica ou de la topaze. L'instrument devient un utile auxiliaire pour des recherches impossibles avec tout autre appareil. Les expériences de Fresnel sur la polarisation circulaire avec les parallélipipèdes de verre s'y reproduisent très-commodément. Les anneaux colorés de toutes sortes, les hyperboles de compensation, les solutions cristallisées, les structures anormales, les systèmes organiques, enfin toutes les opérations où l'on doit explorer les propriétés des corps au moyen de la lumière polarisée, peuvent être facilement faites à la lumière du jour ou à celle d'une bougie. L'oculaire analyseur, qui est formé d'un simple rhombe de spath d'Islande, donnant à volonté les deux images complémentaires, est une heureuse innovation.

» Le microscope polarisant de M. Amici (car le nom de *polariscope* appartient exclusivement à l'utile appareil de M. Arago pour reconnaître les moindres traces de polarisation) est un vrai progrès dans la science expérimentale, et l'exécution de M. Soleil ne laisse rien à désirer. »

MÉCANIQUE. — *Note sur l'état d'équilibre d'une verge élastique à double courbure lorsque les déplacements éprouvés par ses points, par suite de l'action des forces qui la sollicitent, ne sont pas très-petits; par* M. de Saint-Venant.

« 1. M. Binet, et ensuite M. Wantzel, viennent de donner (*Comptes rendus* des 17 et 24 juin) les intégrales des équations de la courbe élastique à double courbure provenant de la flexion et de la torsion d'une verge ou

d'une portion de verge cylindrique et primitivement droite, sollicitée à ses extrémités seulement. Ces intégrales s'appliquent à des déplacements des points aussi grands qu'on veut, pourvu, bien entendu, qu'ils n'aillent pas jusqu'à altérer l'élasticité de la matière. Elles supposent admis ce théorème de Poisson : « que le moment qui tend à produire la torsion (ou le moment op- » posé qui y résiste dans l'état d'équilibre) est constant dans toute l'étendue » de la verge. »

» D'un autre côté, j'ai donné, le 30 octobre et le 6 novembre 1843 (*Comptes rendus*, tome XVII), des équations et leurs intégrales, pour une verge élastique dont la forme primitive et le mode de sollicitation sont absolument quelconques et en tenant compte de plusieurs éléments nouveaux, mais seulement lorsque *les déplacements restent très-petits*, ce qui est le cas le plus ordinaire des applications.

» Je me propose dans cette Note:

» 1°. De donner les équations différentielles de l'état d'équilibre d'une verge élastique dans le cas le plus général et pour des déplacements quelconques de ses points ;

» 2°. De montrer dans quelles limites le théorème de Poisson est applicable, ainsi que les équations dont il l'a tiré.

» **2.** Soient, pour l'état primitif de la verge, ou avant les déplacements éprouvés,

x_0, y_0, z_0 les coordonnées rectangles, par rapport à trois plans fixes, d'un point M de l'*axe* de la verge, ou de la ligne courbe qui unit les centres de gravité des sections transversales, normales à ce même axe;

s_0 la longueur de l'arc de la même courbe mesuré jusqu'en M;

ρ_0 son rayon de courbure aussi en M;

$\frac{ds_0}{\tau_0}$ l'angle de deux de ses plans osculateurs, en M et en un point à une distance infiniment petite ds_0 de M.

» Soient, pour l'état d'équilibre que l'on cherche à déterminer,

x, y, z, s, ρ et $\frac{ds}{\tau}$ les valeurs nouvelles des mêmes quantités, au même point matériel M de l'axe.

» Soient encore,

ω la section transversale passant par M;

m un des points de cette section;

$d\omega$ son élément en m;

u, v les coordonnées du point m, par rapport aux deux axes *principaux* Mu, Mv de la section;

$\mu = \int_0^\omega v^2 d\omega$, $\mu' = \int_0^\omega u^2 d\omega$ les moments d'inertie de ω autour de Mu, Mv, et $\mu'' = \frac{2\mu\mu'}{\mu + \mu'}$;

e l'angle formé primitivement, sur cette même section, par l'axe principal Mv avec le plan osculateur, du côté du prolongement du rayon de courbure ρ_0;

$e + \varepsilon$ l'angle formé de même, après les déplacements, par la ligne Mv et par le nouveau plan osculateur, en sorte que ε est *le déplacement angulaire du plan osculateur, ou du rayon de courbure* par rapport aux points matériels de la section ω;

M_x, M_y, M_z les trois sommes des moments, autour de trois lignes menées par M parallèlement aux coordonnées, de toutes les forces extérieures qui agissent, *dans le second état de la verge*, sur ses divers points entre la section ω et l'une de ses deux extrémités;

M_t, M_u, M_v les trois sommes des moments des mêmes forces autour, 1° d'une tangente à l'axe de la verge en M; 2° et 3° des axes principaux Mu, Mv de la section;

E et G les deux coefficients numériques connus, dits d'élasticité, par lesquels il faut multiplier la proportion de la *dilatation* (positive ou négative) et du *glissement transversal* des parties d'un corps élastique (*Compte rendu* du 30 octobre) pour avoir, par unité superficielle, les résistances intérieures opposées à ces mouvements $\left(\text{on a ordinairement } G = \frac{2}{5} E\right)$;

∂ la proportion de la dilatation au point m, dans un sens parallèle à l'axe;

ϖ la *torsion*, ou ϖds le petit angle dont ont tourné l'une devant l'autre, pendant les déplacements, la section ω et une autre section ω' faite à une distance ds de celle-ci.

» Concevons, entre les deux mêmes sections très-voisines ω et ω', la verge divisée en *fibres* ou en petites portions cylindriques parallèles ou presque parallèles à l'axe, selon que ces sections sont égales ou légèrement inégales. Considérons la fibre qui a pour base l'élément $d\omega$ dont le centre est en m.

» Comme les deux sections étaient primitivement deux plans dont les prolongements se coupaient à une distance de l'axe égale au rayon de courbure ρ_0, la longueur ds_0 de la fibre centrale était, à la longueur de la fibre dont nous parlons, comme ρ_0 est à ce même rayon augmenté de la distance du point m à une droite perpendiculaire à ρ_0, tracée par M sur la section. Or cette distance est

$$u \sin e + v \cos e;$$

donc la longueur de la fibre était dans l'état primitif

$$(1) \qquad ds_0 \left(1 + \frac{u \sin e + v \cos e}{\rho_0}\right).$$

Après les déplacements des points de la verge, les sections sont devenues légèrement obliques à l'axe, et se sont changées en deux surfaces gauches : nous tiendrons compte, tout à l'heure, de l'influence du gauchissement sur le moment de torsion, mais nous négligerons dans cette Note son effet, ainsi que celui de l'obliquité de l'axe, sur l'allongement des fibres. La longueur de la fibre après les déplacements aura donc une expression semblable à (1), ou

$$(2) \qquad ds \left[1 + \frac{u \sin(e+\varepsilon) + v \cos(e+\varepsilon)}{\rho}\right].$$

» On aura, pour la proportion de dilatation, l'excès de (2) sur (1) divisé par (1); mais, dans cette division, on peut réduire l'expression (1) à ds_0, car les dimensions transversales d'où dépendent u et v sont supposées toujours petites par rapport au rayon de courbure ρ_0. Nous négligerons aussi, pour simplifier, l'effet ordinairement peu considérable de la dilatation de la fibre centrale, ou nous remplacerons $\frac{ds}{ds_0}$ par 1. Nous aurons ainsi

$$(3) \qquad \partial = u \left[\frac{\sin(e+\varepsilon)}{\rho} - \frac{\sin e}{\rho_0}\right] + v \left[\frac{\cos(e+\varepsilon)}{\rho} - \frac{\cos e}{\rho_0}\right].$$

Nous supposerons encore que les pressions latérales des fibres les unes sur les autres sont nulles ou négligeables, en sorte que les fibres résistent à l'allongement comme si elles étaient isolées [*]. La résistance

[*] On tient compte facilement de toutes les quantités que nous négligeons ici, au moyen des considérations du Mémoire du 30 octobre, et du § IV de celui du 20 novembre. (*Comptes rendus*, tome XVII.)

de celle que nous considérons sera, d'après la définition même du coefficient E,

(4) $$E\partial.d\omega.$$

» Quant à la torsion ϖds, ou à la rotation relative de ω et ω', on l'exprimera si l'on considère que ε est la quantité dont la première de ces deux sections a tourné par rapport au plan osculateur en M, et que $\varepsilon + d\varepsilon$ est la quantité dont la seconde a tourné par rapport au plan osculateur mené à une distance ds de M; d'où il suit que si l'on ajoute à l'excès $d\varepsilon$ la quantité $\frac{ds}{\tau} - \frac{ds_0}{\tau_0}$, dont ces deux plans eux-mêmes ont tourné l'un par rapport à l'autre, on aura la rotation relative totale des deux sections. Donc, en négligeant toujours la différence entre $\frac{ds}{ds_0}$ et l'unité, on a

(5) $$\varpi = \frac{d\varepsilon}{ds} + \frac{1}{\tau} - \frac{1}{\tau_0}.$$

» Cette quantité, multipliée par le coefficient G et par $2\mu'' = \frac{4\mu\mu'}{\mu+\mu'}$, devra être égale, pour l'équilibre, au moment M_t des forces extérieures, car les considérations présentées à ce sujet le 30 octobre et le 20 novembre s'appliquent facilement à des déplacements angulaires d'une grandeur quelconque. Les deux autres moments M_u, M_v des mêmes forces autour de Mu, Mv, devront être égaux respectivement aux moments, autour des mêmes axes, des résistances des fibres (4) pour tous les éléments $d\omega$. Substituant pour ∂ sa valeur (3), on aura ainsi, eu égard à ce que $\int_0^\omega uv\,d\omega = 0$, les trois équations d'équilibre

(6) $$\left\{\begin{aligned} M_u &= E\mu\ \left[\frac{\cos(e+\varepsilon)}{\rho} - \frac{\cos e}{\rho_0}\right],\\ M_v &= E\mu'\left[\frac{\sin(e+\varepsilon)}{\rho} - \frac{\sin e}{\rho_0}\right],\\ M_t &= 2G\mu''\left[\frac{d\varepsilon}{ds} + \frac{1}{\tau} - \frac{1}{\tau_0}\right].\end{aligned}\right.$$

» **3.** Si nous ajoutons les deux premières, multipliées respectivement par $\cos e$ et $\sin e$, et si, ensuite, nous retranchons la seconde, multipliée par $\cos e$ de la première, multipliée par $\sin e$, nous avons les deux suivantes, où l'angle ε se trouve moins engagé:

$$(7)\quad \frac{\cos\varepsilon}{\rho}=\frac{1}{\rho_0}+\frac{M_u}{E\mu}\cos e+\frac{M_v}{E\mu'}\sin e;\quad \frac{\sin\varepsilon}{\rho}=\frac{M_v}{E\mu'}\cos e-\frac{M_u}{E\mu}\sin e.$$

» On en élimine cet angle inconnu en élevant au carré et ajoutant; et, comme $d\varepsilon=\frac{d.\sin\varepsilon}{\cos\varepsilon}$, elles donnent aussi le moyen de l'éliminer de la troisième équation (6). On a ainsi ces équations, où ε ne se trouve plus :

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{1}{\rho^2}=\frac{1}{\rho_0^2}+\frac{2}{\rho_0}\left(\frac{M_u}{E\mu}\cos e+\frac{M_u}{E\mu'}\sin e\right)+\left(\frac{M_u}{E\mu}\right)^2+\left(\frac{M_v}{E\mu'}\right)^2,\\ &\frac{1}{\tau}=\frac{1}{\tau_0}+\frac{M_l}{2G\mu''}-\frac{\frac{d}{ds}\cdot\rho\left(\frac{M_v}{E\mu'}\cos e-\frac{M_u}{E\mu}\sin e\right)}{\rho\left(\frac{1}{\rho_0}+\frac{M_u}{E\mu}\cos e+\frac{M_v}{E\mu'}\sin e\right)}.\\ &\text{On a, de plus,}\qquad ds=ds_0. \end{aligned}\right.$$

» Ce sont les trois équations différentielles de l'intégration desquelles dépendra la détermination des coordonnées x, y, z d'un point quelconque de l'axe de la verge, après le déplacement de ses parties, en fonction de ses coordonnées primitives, ou de l'une d'elles, x_0 par exemple, ou d'une autre variable indépendante, telle que l'arc s_0. En effet, ρ, τ, ds, M_l, M_u, M_v s'exprimeront en fonction des coordonnées nouvelles que l'on cherche, de leurs différentielles des trois premiers ordres, et de ε qu'on en élimine à l'aide de l'équation (7), tandis que toutes les autres quantités s'exprimeront en fonction de la variable indépendante, au moyen de la connaissance que l'on a de la forme primitive de la courbe, et de la position initiale des axes principaux de ses sections.

» 4. Ces trois équations, simultanées du troisième ordre et non linéaires, se simplifient :

» 1°. Lorsque la section transversale est partout un cercle, un carré ou une autre figure dont tous les axes sont *principaux;* alors $\mu=\mu'=\mu''$, et comme on peut prendre pour axe Mv la direction primitive du rayon de courbure sur la section, on peut faire $e=0$; mais ε n'est pas nul, et les équations paraissent toujours difficilement intégrables.

» 2°. Lorsque la verge est primitivement droite. Alors $\frac{1}{\rho_0}=0$, et comme le plan osculateur primitif peut être choisi arbitrairement en chaque point, on peut prendre pour tel, d'un bout à l'autre de la verge, un même plan pas-

sant par son axe rectiligne, ce qui donne aussi $\frac{1}{\tau_0} = 0$; mais e subsiste ainsi que ε, et l'intégration paraît toujours difficile.

» Elles se simplifient bien davantage, ainsi que nous avons dit, quand les déplacements $x - x^0$, $y - y_0$, $z - z_0$ sont très-petits, ainsi que ε; alors on peut mettre les coordonnées anciennes au lieu des nouvelles dans les trois moments M; et comme les premiers membres deviennent linéaires, on obtient cette intégrale assez simple, où tout est exprimable en s ou s_0, choisi pour variable, et où (uy), (vy), (ly), (uz) (vz), (lz) représentent les angles des axes de M_u, M_v, M_l avec les y et les z [*]:

$$x - x_0 = \int \frac{dz_0}{ds} ds \int \left[\frac{M_u \cos(uy)}{E\mu} + \frac{M_v \cos(vy)}{E\mu'} + \frac{M_l \cos(ly)}{2G\mu''} \right] ds$$
$$- \int \frac{dy_0}{ds} ds \int \left[\frac{M_u \cos(uz)}{E\mu} + \frac{M_v \cos(uz)}{E\mu'} + \frac{M_l \cos(lz)}{2G\mu''} \right] ds.$$

On en a deux semblables pour $y - y_0$, $z - z_0$, d'où il suit que les déplacements s'obtiennent par les quadratures.

» **5.** Elles se simplifient encore beaucoup lorsque les deux circonstances (1°) et (2°) du numéro précédent se réunissent, c'est-à-dire lorsque la *verge est primitivement droite, et que la section a une figure pour laquelle tous les moments d'inertie μ sont égaux.*

» Alors, ce qu'il y a de plus commode est de choisir pour axe M_v la trace, sur chaque section, du plan osculateur de la courbe engendrée par les déplacements, ce qui donne $e + \varepsilon = 0$, et de prendre, comme on a déjà dit, un plan osculateur unique pour toute l'étendue de la verge dans son état primitif. Les angles disparaissent des deux premières équations (6), mais celui ε subsiste en tous cas dans la troisième.

» Alors ces équations différentielles, en faisant,

$$(9) \qquad 2G\mu\left(\frac{d\varepsilon}{ds} + \frac{1}{\tau}\right) = -\theta,$$

se réduisent à

$$(10) \qquad \frac{E\mu}{\rho} = M_u, \quad 0 = M_v, \quad -\theta = M_l.$$

Si on les multiplie respectivement par les cosinus des trois angles que for-

---

[*] Formules (18) et (20) du Mémoire du 20 novembre, en effaçant les éléments négligés ci-dessus.

ment, avec l'axe des x, la normale ($\mathrm{M}u$) au plan osculateur, le prolongement ($\mathrm{M}v$) du rayon de courbure, et la tangente à la courbe, et si on les ajoute ensuite, le second membre ne sera autre chose que le moment M_x des forces extérieures autour d'une parallèle aux x, menée par le point M; donc on a

$$(11) \qquad \mathrm{E}\mu \frac{dy\, d^2z - dz\, d^2y}{ds^3} - \theta \frac{dx}{ds} = \mathrm{M}_x.$$

Cette équation, et deux autres que l'on peut former de même pour les moments autour de parallèles aux y et aux z, sont celles de Lagrange, complétées au moyen de la théorie de M. Binet, qui a servi à y ajouter les seconds termes, et dont Poisson a tiré, en les différentiant et les ajoutant, son théorème $d\theta = 0$ ou $\mathrm{M}_t =$ constante. Ce sont aussi les équations que MM. Binet et Wantzel ont intégrées lorsque μ est également constant, et que les forces qui entrent dans les seconds membres n'agissent qu'aux extrémités; leur analyse est bien applicable alors à la détermination de l'état d'équilibre de la verge, en y joignant l'équation (9).

» **6.** Mais, hors le cas un peu plus général énoncé au commencement de l'article 5, on peut dire que la *constante nullité du moment* M_v *des forces* [2e équation (10)] *autour du rayon de courbure* n'aura jamais lieu. Ce moment aura généralement une grandeur finie, tout comme le moment M_t autour de la tangente à la courbe d'axe, et le moment M_u autour de la normale au plan osculateur. Le théorème $\mathrm{M}_t =$ constante, lié à $\mathrm{M}_v = 0$, *n'aura donc lieu que dans ce cas-là* (où la pièce était primitivement droite, et où l'on avait $\mu = \mu'$), et les équations (10), (11) sont incomplètes dans tout autre cas.

» Si Poisson semble établir ce théorème et les équations (11) d'une manière générale, c'est qu'il omet, dans son analyse, ce troisième moment M_v, qui tend à fléchir une verge courbe transversalement à son plan osculateur actuel si elle était déjà courbe, et, par conséquent, à changer le plan de sa courbure. Lagrange n'avait fait attention qu'au moment M_u, qui tend à augmenter ou à diminuer la courbure dans son plan actuel, ce qui suffit pour les courbes planes restant planes. M. Binet y a ajouté le moment M_t, tendant à tordre, et cela suffit dans le cas particulier que nous venons d'énoncer, lorsqu'on ne cherche que les équations générales de l'*axe* de la verge; mais, dans le cas général où la verge à double courbure était primitivement courbe, ou bien où, l'axe étant rectiligne, la section n'a pas une des formes donnant $\mu = \mu'$, il est indispensable d'introduire aussi dans le calcul ce troisième moment M_v, perpendiculaire aux deux autres, et qui tend à plier la verge

droite obliquement aux axes principaux de ses sections, ou à faire tourner le rayon de courbure sur le plan des sections de la verge courbe. Mais cela exige impérieusement que l'on introduise aussi l'angle ε qui mesure cette rotation et dont la prise en considération est nécessaire, en tous cas, pour déterminer les déplacements des points hors de l'axe, et pour fixer même la valeur de certaines constantes des équations définitives de l'axe. »

OPTIQUE. — *Observations de* M. AMICI *à l'occasion de la Lettre de* M. Ad. Matthiessen *insérée dans le* Compte rendu *de la séance du* 17 *juin* 1844.

« Quand M. le Secrétaire de l'Académie des Sciences lut, dans la séance du 17 juin dernier, quelques fragments d'une Lettre de M. Matthiessen, d'Altona, il parut que cette Lettre n'avait d'autre but que de protester contre une prétendue réclamation faite en ma faveur pour la priorité des idées qui l'ont dirigé dans la construction de ses objectifs microscopiques. Je déclarai verbalement que, n'ayant aucune connaissance des procédés suivis par M. Matthiessen, je n'avais aucun motif pour faire une réclamation. Mais, comme je trouve dans le *Compte rendu* de la séance la Lettre entière de M. Matthiessen, dans laquelle il fait entre mes microscopes et les siens des comparaisons qui me semblent inexactes, je suis obligé de vous prier de me permettre d'ajouter quelques lignes pour qu'on puisse juger de la valeur de ses observations et de ses assertions.

» J'ai encore été conduit à rédiger cette Lettre, par la considération que la Lettre de M. Matthiessen étant publiée dans un Recueil très-estimé et très-répandu, et avec une note qui apprend que j'étais présent à la séance, on pourrait croire à l'importance de la Lettre de ce savant, et interpréter mon silence comme une adhésion à toutes ses assertions.

» Dès l'année 1828, je m'aperçus que, lorsqu'on observe des objets microscopiques sous des verres d'épaisseurs diverses, la netteté des images varie beaucoup, si l'angle du cône lumineux est considérable.

» Je ne tardai pas à reconnaître la cause de cette aberration et à trouver différents moyens de la corriger. Mes microscopes et les Notes explicatives qui les accompagnent, existant dans les mains d'un grand nombre de savants, peuvent attester la vérité de ce que j'avance.

» Je donnai la préférence à l'un de ces moyens de correction, c'est-à-dire à celui qui consiste dans la superposition d'une quatrième lentille au-dessus des trois lentilles achromatiques composant l'objectif. Cette lentille devait avoir une forme variable avec l'épaisseur de la lame de verre et avec l'aberra-

tion résidue de l'objectif. C'est pour cela qu'on voit dans mes différents systèmes d'objectifs, dans lesquels la correction est nécessaire, une quatrième lentille, qui tantôt est une lentille simple concave ou convexe, tantôt une lentille composée de flint et de crown sans foyer, ou avec un foyer positif ou négatif; enfin quelquefois un ménisque en forme de verre de montre, tournant sa concavité ou sa convexité vers l'œil, selon les cas.

» L'emploi de la lentille de correction avait déjà contribué au perfectionnement de mes séries d'objectifs; mais quelques considérations théoriques faisaient présager des avantages plus grands en remplaçant, dans la lentille intermédiaire, le flint de Guinand par un flint d'un pouvoir dispersif plus considérable.

» M. Airy, à qui j'avais communiqué cette idée lors de son voyage en Italie, eut l'obligeance de m'envoyer un morceau de flint-glass composé exprès par M. Faraday.

» L'expérience confirma mes prévisions, et je pus construire de nouveaux objectifs d'un grosssissement supérieur à tout ce que j'avais obtenu auparavant.

» Quant au grossissement que ces objectifs peuvent supporter, avec la clarté et la netteté nécessaires, dans les plus délicates observations, j'en réfère au jugement des opticiens et des naturalistes les plus distingués de Paris, qui ont bien voulu examiner et comparer mes instruments.

» M. Matthiessen m'honora, en 1839 et en 1842, à Pise et à Florence, de plusieurs visites; je m'empressai de lui montrer les résultats de mes recherches, déjà connues en Italie et ailleurs. Il acheta chez moi une série d'objectifs; c'est cette série qu'il a déclaré présenter à l'Académie pour prouver que sa construction est différente de la mienne; ce procédé est-il bien admissible pour juger tous mes travaux sur le microscope? Il me semblerait nécessaire, pour établir la nouveauté de la combinaison de M. Matthiessen, qu'on comparât ses systèmes d'objectifs avec tous ceux que j'ai construits avant lui.

» Peut-être M. Matthiessen reconnaîtrait-il, par un examen plus attentif, des analogies entre ses objectifs et les miens, mais jamais, suivant lui, une parfaite identité, puisque mes séries, dit-il, *pèsent* plus que les siennes.

» M. Matthiessen ne se contente pas de faire des comparaisons sous le rapport du poids, des diamètres et des surfaces des lentilles; il blâme mes microscopes sous le rapport de l'usage, du grossissement et de la nature des matières employées. En résumé, il dit que *la supériorité de ses objectifs tient à cinq perfectionnements, dont on ne trouve pas un seul dans les microscopes de M. Amici.*

» Quelle confiance doit-on ajouter aux assertions de M. Matthiessen? On le verra par le fait qui suit : il affirme positivement que j'obtiens la compensation de l'achromatisme et de l'aberration de sphéricité par *le grand pouvoir réfringent du borate de plomb*, *lequel se ternit en quelques mois*; or, je déclare que je ne me suis jamais servi de cette substance; j'emploie seulement, dans la lentille intermédiaire, le silicate de plomb, c'est-à-dire le flint de M. Faraday, verre tout à fait inaltérable à l'air. Pour les autres lentilles, je me sers du flint de Guinand.

» Quant à l'insinuation d'après laquelle mes microscopes ne peuvent soutenir qu'un grossissement de 500 fois, et ne peuvent pas servir aux observations, même sous un verre très-mince, je pense que la meilleure manière de la réfuter sans réplique est de mettre mon microscope sous les yeux de l'Académie.

» Cet instrument contient six séries différentes d'objectifs avec des lentilles de correction de formes variées ou sans cette espèce de lentille. Il sera facile de constater, je l'espère, qu'il est propre à l'observation des objets placés sur ou sous des verres de différentes épaisseurs.

» J'ose encore avoir la confiance que MM. les Membres de l'Académie qui voudront bien en faire l'essai trouveront que cet instrument, même sous un grossissement linéaire de 1500 fois, ne manque ni de lumière ni de netteté dans les images.

» Je pourrais enfin prononcer moi-même un jugement sur les objectifs de M. Matthiessen, et je ne manquerais pas de données pour l'appuyer; mais je ne crois pas à propos d'entrer dans une pareille discussion.

» J'applaudirai aux efforts de M. Matthiessen, quand, au lieu de présenter isolément une série d'objectifs, il présentera un microscope complet, qui fera voir les objets les plus difficiles, et beaucoup plus nettement qu'on ne les a vus jusqu'à présent. »

GÉOLOGIE. — *Analyse des feldspaths de Ténériffe;* Note de M. **Ch. Deville.**

« Parmi les espèces minérales, le feldspath est une de celles dont il serait le plus intéressant de fixer la nature et les caractères distinctifs. Les travaux de MM. Gustave Rose et H. Abich n'ont pas peu contribué, dans ces dernières années, à jeter quelque jour sur cette portion si difficile de la minéralogie, et ont permis de classer en groupes assez distincts, sous le double point de vue cristallographique et chimique, les nombreuses variétés qui étaient comprises sous la vague dénomination de *feldspath*. On ne peut cependant se dissimuler

qu'une grande incertitude règne encore dans cette partie de la science, et que le géologue éprouve de véritables difficultés à caractériser certaines roches ignées, soit anciennes, soit volcaniques. Il semble donc à peu près indispensable, dans l'état actuel de la question, de soumettre à l'analyse chimique les éléments feldspathiques des roches à décrire, en même temps qu'on cherchera, par la mesure des angles, à déterminer le système cristallin auquel ils appartiennent. Malheureusement, dans la plupart des cas, la ténuité des cristaux et la difficulté de les isoler de la pâte s'opposent à la rigueur de ces deux déterminations.

» J'ai soumis à l'analyse des cristaux isolés avec soin, et provenant de divers échantillons que j'ai recueillis moi-même dans une excursion récente à l'île de Ténériffe. M. de Buch, dont le beau travail sur les îles Canaries restera toujours comme un modèle de description, n'a pas publié d'études spéciales sur la nature des feldspaths du pic. M. Berthelot rapporte ces cristaux au rhyacolite, mais il n'indique point sur quelle détermination.

» Les cristaux analysés appartiennent à trois localités représentant les divers âges de roches qui composent le massif du volcan :

» 1°. Trachyte ancien formant, dans le ravin de Fuente-Agria, le revers du grand cirque de soulèvement. Pâte grise ou verdâtre, compacte ; cristaux non mesurables, quoique présentant un grand éclat : trois clivages faciles, et stries extraordinairement fines conduisant au sixième type cristallin (prisme oblique non symétrique). Densité des cristaux : 2,593.

» 2°. Fragments projetés par le volcan, et ressemblant parfaitement, par l'aspect des feldspaths, à la roche trachytique compacte que M. de Buch a signalée sur le flanc et au sommet du pic. Pâte vitreuse, tenant de l'obsidienne et de la ponce; cristaux de 2 à 3 millimètres terminés nettement, faciles à isoler, mais fort peu réfléchissants. Les mesures douteuses que j'ai pu en faire conduisent à un prisme oblique irrégulier, mais dont les angles diffèrent très-peu de ceux de l'orthose, de sorte que l'angle rentrant, dû à l'hémitropie, ne dépasserait pas 1°30'. Densité : 2,594.

» 3°. Lave moderne, à pâte vitreuse, prise sur les flancs du pic. Cristaux feldspathiques très-nombreux, d'un grand éclat, mais non mesurables; les stries, dues au retournement suivant les faces M, sont plus distinctes que dans le n° 1. Densité : 2,586.

» Cinq analyses par le carbonate de baryte, l'acide hydrofluorique et le carbonate de potasse, diffèrent peu entre elles, et donnent la composition moyenne suivante :

		Rapport de l'oxygène.
Silice.........	62,97	9,15
Alumine......	22,29	2,96
Chaux........	2,06	1,00
Magnésie.....	0,54	
Potasse........	3,69	
Soude........	8,45	

qui répond à la formule

$$\dot{R}\,\dddot{Si} + \dddot{R}\,\dddot{Si}^2.$$

» Le volcan de Ténériffe offre donc, comme M. Élie de Beaumont l'a établi pour l'Etna, une identité remarquable entre les produits de divers âges dont il se compose. Seulement le labrador est ici remplacé par l'oligoclase.

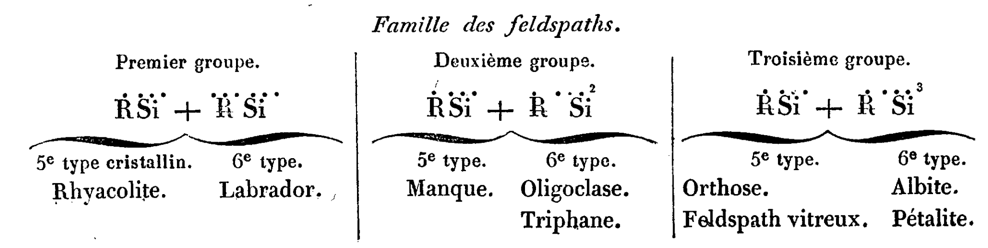
» C'est, du reste, la première fois que ce dernier feldspath est indiqué dans les terrains volcaniques, à l'exception peut-être de quelques-unes des grandes masses des Andes. Découvert par M. Berzelius dans le granit de Suède, dont il fait une partie constituante, à l'état mat, il existe à l'état cristallin, suivant M. Rose, dans les granits de la Silésie. M. Laurent l'a retrouvé dans les roches de l'Ariége : enfin MM. Hagen et Rosalès en ont analysé provenant d'Arendal. Ces analyses concordent bien entre elles, et conduisent à la formule précédente adoptée par M. Berzelius, en admettant toutefois que les bases à 1 atome d'oxygène se remplacent en toutes proportions. L'alcali dominant est toujours la soude. Quant aux densités, elles paraissent augmenter avec la proportion de chaux. Ce caractère ne serait donc pas absolu, et pourrait varier très-sensiblement pour des feldspaths ayant tous la même formule.

» Si l'on applique le même principe à la famille entière des feldspaths, en admettant avec M. Regnault pour le triphane la même formule

$$\dot{L}\,\dddot{Si} + \dddot{Al}\,\dddot{Si}^2,$$

et omettant l'anorthite, qui ne paraît pas devoir rester dans cette famille, on arrivera à distribuer les feldspaths en trois groupes, représentés par trois formules simples, se déduisant facilement l'une de l'autre, chacun de ces groupes se subdivisant en deux variétés suivant le système cristallin :

Famille des feldspaths.



Premier groupe.		Deuxième groupe.		Troisième groupe.	
$\dot{R}\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si}$		$\dot{R}\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si}^2$		$\dot{R}\dddot{Si} + \dddot{R}\dddot{Si}^3$	
5e type cristallin.	6e type.	5e type.	6e type.	5e type.	6e type.
Rhyacolite.	Labrador.	Manque.	Oligoclase.	Orthose.	Albite.
			Triphane.	Feldspath vitreux.	Pétalite.

» Les proportions relatives d'oxygène contenues dans les bases à 1 atome, dans les sesquibases et dans la silice, seraient :

$$1:3:6; \qquad 1:3:9; \qquad 1:3:12,$$

ou plus généralement

$$1:3:n3. »$$

M. **Barruel** adresse une Note *sur les réactions qui s'opèrent sous pression.*

M. Barruel a voulu répéter, à l'occasion de la communication faite par M. *Fournet* sur la surfusion du quartz, quelques expériences citées dans le Mémoire de ce géologue, telles que celles de Hall, sur la fusion du calcaire sous une haute pression : il annonce n'avoir pas obtenu les résultats qui avaient été annoncés, mais il se propose de reprendre les mêmes expériences en modifiant son appareil.

M. **Leroy de Champigny**, qui avait adressé autrefois à l'Académie un manuscrit ayant pour titre : *Mémoire sur la polarité de tous les corps de la nature*, demande l'autorisation de reprendre ce Mémoire, sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

M. **Prudhomme Dervin** adresse une semblable demande pour un manuscrit qu'il avait présenté sous le titre de *Guide du taillandier*.

L'Académie accorde à M. Leroy de Champigny et à M. Prudhomme Dervin l'autorisation demandée.

M. **Neveu** prie l'Académie de lui désigner des Commissaires à l'examen desquels il soumettra un nouveau système de *chemins de fer*. Comme M. Neveu annonce l'intention de prendre un brevet pour cette invention si elle était approuvée par l'Académie, on lui fera savoir que le Rapport qu'il sollicite lui enlèverait le droit de prendre un brevet.

M. **Durand** prie de nouveau l'Académie de vouloir bien lui accorder prochainement la parole, et indique le sujet de la communication qu'il se propose de faire.

La séance est levée à 5 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences ; 1[er] semestre 1844; n° 26; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie ; 2[e] série, tome XX; in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; 50[e] livr.; in-8°.

Résumé statistique des Recettes et des Dépenses de la ville de Paris pendant une période de quarante-quatre ans, de 1797 *à* 1840 *inclusivement; par* M. MARTIN SAINT-LÉON; 2[e] édition; in-4°.

Nomenclature chimique française, suédoise, allemande et Synonymie; par M. GARNIER. Paris, 1844; in-12.

Notice sur les Salix stipularis *et* lanceolata *de* SMITH; *par* M. MÉRAT; brochure in-8°.

Défense de M. ADOLPHE MATTHIESSEN, *d'Altona. — Description de ses Microscopes;* 1 feuille in-4°.

La Clinique vétérinaire; juillet 1844; in-8°.

Encyclographie médicale; juin 1844; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; n° 6; juin 1844; in-8°.

Novorum actorum Academiæ Cæsareæ LEOPOLDINO-CAROLINÆ *naturæ curiosorum voluminis undevicesimi Supplementum primum, sistens* F.-J.-F. MEYENII *Observationes botanicas, in itinere circum terras institutas. Opus posthumum, sociorum Academiæ curis Supplementum; cum Tabulis XIII.* Bonn, 1843; in-4°.

De Organo electrico et de Hœmatozois; auctore C. MAYER. Bonn, 1843; in-4°.

Die Pacinischen... *Essai sur les Corps de Pacini; par* le même; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n[os] 506 et 507; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 26; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n[os] 74 à 76; in-fol.

L'Écho du Monde savant; n° 50.

L'Expérience; n° 350; in-8°.

La Réaction; journal des maîtres de Poste; n° 1.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUILLET 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la méthode logarithmique appliquée au développement des fonctions en séries; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Tout le monde est d'accord sur l'immense service que Néper a rendu aux calculateurs par l'invention des logarithmes qui permettent de remplacer, dans les calculs numériques, la multiplication par l'addition, et la division par la soustraction. Il m'a semblé que, dans la haute analyse, on pouvait retirer des avantages tout aussi incontestables de l'application des logarithmes au développement des fonctions en séries. Entrons à ce sujet dans quelques détails.

» Concevons qu'il s'agisse de développer une puissance donnée d'une fonction d'un certain angle en série de sinus et de cosinus des multiples de cet angle. On pourrait, à la rigueur, commencer par développer la fraction en une série du même genre, puis déduire ou de multiplications successives, ou même de la formule du binôme, le développement de la puissance donnée. Toutefois le calcul deviendra très-pénible et presque impraticable, si le degré n de la puissance dont il s'agit est un très-grand nombre fractionnaire, ou même un nombre entier très-considérable. Mais si, au lieu de commencer

par développer la fonction proposée en série, on commence par développer son logarithme népérien, on obtiendra facilement le développement du logarithme de la $n^{ième}$ puissance de la fonction, puisque, pour y parvenir, il suffira de multiplier le développement du logarithme de la fonction par l'exposant n. Alors il ne restera plus qu'à revenir du développement du logarithme de la puissance au développement de la puissance elle-même. A la vérité cette puissance sera représentée par une exponentielle népérienne qui aura pour exposant le développement du logarithme de la puissance. Mais le développement de cette exponentielle en série paraît être, au premier abord, une opération plus compliquée que celle qui consistait à élever à la n^{ieme} puissance la fonction représentée par une série. Toutefois, en réfléchissant attentivement sur cet objet, je suis arrivé à une méthode qui permet de passer facilement de l'exponentielle à son développement, et que je vais indiquer en peu de mots.

» Quand le logarithme d'une fonction est représenté par une série convergente ordonnée suivant les puissances ascendantes d'une seule variable, on peut aisément déduire de cette série celle qui représente la fonction elle-même. En effet, il suffit de multiplier chaque terme de la première série par l'exposant de la variable dans ce terme, et de diminuer ensuite chaque exposant de l'unité, pour obtenir le développement de la dérivée logarithmique de la fonction; et de cette proposition, on conclut immédiatement que les coefficients de la série cherchée sont liés entre eux par des équations linéaires qui permettent, comme l'on sait, de les déduire très-aisément les uns des autres. Or, pour ramener à cette opération, déjà connue des géomètres, le problème qui consiste à développer une fonction d'un certain angle suivant les sinus et cosinus des multiples de cet angle, en supposant connu le développement du logarithme de la fonction, je considère cette fonction comme équivalente au produit de trois facteurs qui ont pour logarithmes respectifs, dans le développement du logarithme de la fonction, 1° le terme constant; 2° la somme des termes proportionnels aux puissances positives de l'exponentielle trigonométrique dont l'exposant est l'angle donné; 3° la somme des termes proportionnels aux puissances positives de la même exponentielle. Alors il devient facile de calculer séparément le facteur constant et les deux facteurs variables qui doivent fournir un produit équivalent à la fonction cherchée. Il y a plus : le développement de cette fonction se déduit immédiatement de la multiplication algébrique des deux derniers facteurs, et par conséquent ce développement se trouve construit définitivement, à l'aide d'un procédé analogue au procédé si simple qu'Euler a employé pour

développer une puissance négative d'une fonction linéaire du cosinus d'un angle donné suivant les sinus et cosinus des multiples de cet angle.

» La méthode de développement que je viens d'exposer, et qu'il est naturel d'appeler *méthode logarithmique*, puisqu'elle repose principalement sur l'emploi des logarithmes, offre surtout de grands avantages dans le calcul des perturbations des mouvements planétaires. On sait que le calcul de chaque inégalité périodique produite dans le mouvement d'une planète m par l'action d'une autre planète m', peut être réduit au développement de la fonction perturbatrice suivant les puissances entières des exponentielles trigonométriques qui ont pour exposants les longitudes moyennes des planètes, et que la détermination spéciale de l'une quelconque de ces inégalités se réduit à la détermination du coefficient numérique renfermé dans le terme proportionnel à deux puissances données de ces exponentielles. Lorsque le degré de ces puissances est élevé, la détermination, effectuée par les méthodes exposées dans la *Mécanique céleste*, exige beaucoup de temps et de travail, comme le savent très-bien les astronomes; et l'on ne doit pas s'en étonner, puisque alors les fonctions développées se transforment en séries multiples, et que le nombre des termes de ces séries croît dans une progression effrayante avec les degrés des puissances. Mais, lorsqu'on applique la méthode logarithmique au développement de la fonction perturbatrice, les séries multiples dont il s'agit se trouvent remplacées par des séries simples que l'on ajoute les unes aux autres, au lieu de les multiplier l'une par l'autre. Ainsi étendu, l'usage des logarithmes aura donc pour effet de remplacer, dans la haute analyse, tout comme dans les calculs numériques, les multiplications algébriques par de simples additions.

ANALYSE.

§ I[er]. — *Détermination d'une fonction dont le logarithme est représenté par une série ordonnée suivant les puissances entières d'une variable*

» Nommons $f(x)$ une fonction de la variable x qui offre, au moins pour les valeurs de x que l'on considère, une partie réelle positive, et admettons que le logarithme $\mathrm{L}\,f(x)$ de cette fonction, correspondant à une base quelconque, soit représenté par une série convergente ordonnée suivant les puissances entières, positives, nulle et négatives de la variable x. On pourra en dire autant du logarithme népérien $\mathrm{l}\,f(x)$, correspondant à la base

$$e = 2,7182818...,$$

et lié au logarithme $\mathrm{L}\,\mathrm{f}(x)$ par la formule

$$\mathrm{l}\,\mathrm{f}(x) = \frac{\mathrm{L}\,\mathrm{f}(x)}{\mathrm{L}(e)}.$$

On aura donc, par exemple,

$$(1) \qquad \mathrm{l}\,\mathrm{f}(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_{-1} x^{-1} + a_{-2} x^{-2} + \ldots,$$

a_0, a_1, a_2,..., a_{-1}, a_{-2},... désignant des coefficients réels ou imaginaires, et il s'agit de savoir comment on peut, de l'équation (1), déduire le développement de $\mathrm{f}(x)$ en une série ordonnée suivant les puissances entières de x.

» Si l'on pose, pour abréger,

$$(2) \qquad u = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_{-1} x^{-1} + a_{-2} x^{-2} + \ldots,$$

l'équation (1) sera réduite à celle-ci,

$$\mathrm{l}\,\mathrm{f}(x) = u,$$

et l'on en conclura

$$\mathrm{f}(x) = e^u,$$

par conséquent

$$(3) \qquad \mathrm{f}(x) = 1 + \frac{u}{1} + \frac{u^2}{1.2} + \frac{u^3}{1.2.3} + \ldots.$$

A la rigueur, on pourrait tirer de cette dernière formule le développement cherché, puisqu'à l'aide de multiplications successives, ou de la formule qui fournit la puissance $n^{ième}$ du binôme ou plutôt d'un polynôme quelconque, on peut déduire, de l'équation (2), les développements de u^2, de u^3,..., et généralement de u^n. Toutefois le calcul, ainsi effectué, devient très-pénible quand il s'agit de trouver dans le développement de $\mathrm{f}(x)$ le coefficient d'une puissance élevée de x ou de $\frac{1}{x}$. Mais on peut résoudre facilement ce problème en opérant comme il suit.

» Décomposons la fonction $\mathrm{f}(x)$ en trois facteurs

$$\mathcal{A},\ v,\ w,$$

qui, étant le premier constant, les deux autres variables, soient déterminés séparément par les formules

$$(4) \qquad \mathrm{l}(\mathcal{A}) = a_0,$$

$$(5) \qquad \mathrm{l}(v) = a_1 x + a_2 x^2 + \ldots, \quad \mathrm{l}(w) = a_{-1} x^{-1} + a_{-2} x^{-2} + \ldots.$$

La formule (4) donnera immédiatement

$$(6) \qquad A = e^{a_0},$$

et l'on tirera de la première des formules (5) non-seulement

$$(7) \qquad v = e^{a_1 x + a_2 x^2 + \dots} = 1 + \frac{a_1 x + a_2 x^2 + \dots}{1} + \text{etc.}\dots,$$

mais encore

$$(8) \qquad \mathrm{D}_x v = (a_1 + 2a_2 x + 3a_3 x^2 + \dots) v.$$

Or la valeur de v, donnée par la formule (7), sera de la forme

$$(9) \qquad v = 1 + b_1 x + b_2 x^2 + \dots;$$

et, pour déterminer les coefficients $b_0, b_1, b_2, \dots$, il suffira évidemment de substituer cette valeur dans l'équation (6). Car si, après cette substitution, l'on égale entre eux les coefficients des puissances semblables de x, on trouvera

$$(10) \qquad b_1 = a_1, \quad b_2 = a_2 + \frac{a_1 b_1}{2}, \quad b_3 = a_3 + \frac{2a_2 b_1 + a_1 b_2}{3}, \text{ etc.}\dots$$

Ainsi, des coefficients $b_1, b_2, b_3, \dots$ le premier ne différera pas de la constante a_1, et les suivants se déduiront sans peine les uns des autres, la valeur générale de b_n étant

$$(11) \qquad b_n = a_n + \frac{(n-1)a_{n-1} b_1 + (n-2) a_{n-2} b_2 + \dots + a_1 b_{n-1}}{n}.$$

De même, en remplaçant x par $\frac{1}{x}$, et posant

$$(12) \qquad w = 1 + c_1 x^{-1} + c_2 x^{-2} + \dots$$

on tirera de la seconde des formules (5),

$$(13) \qquad c_1 = a_{-1}, \quad c_2 = a_{-2} + \frac{a_{-1} c_{-1}}{2}, \quad c_3 = a_{-3} + \frac{2a_{-2} c_1 + a_{-1} c_2}{2}, \text{ etc.},$$

et généralement,

$$(14) \qquad c_n = a_{-n} + \frac{(n-1) a_{-n+1} c_1 + (n-2) a_{-n+2} c_2 + \dots + a_{-1} c_{n-1}}{n}.$$

D'ailleurs, après avoir calculé, comme on vient de le dire, les coefficients que renferment les développements des facteurs v, w, on tirera des formules (9) et (12),

$$(15)\qquad vw = 1 + k_1\, x + k_2\, x^2 + \ldots + k_{-1} x^{-1} + k_{-2} x^{-2} + \ldots,$$

les valeurs générales de k_n et de k_{-n} étant

$$(16)\qquad \begin{cases} k_n = b_n + b_{n+1}\, c_1 + b_{n+2}\, c_2 + \ldots, \\ k_{-n} = c_n + c_{n+1}\, b_1 + c_{n+2}\, b_2 + \ldots. \end{cases}$$

Après avoir ainsi formé les développements des facteurs v, w, et du produit vw, on déduira immédiatement de la formule

$$(17)\qquad f(x) = A\, vw$$

le développement de la fonction $f(x)$, et l'on aura

$$(18)\qquad f(x) = A + Ak_1\, x + Ak_2\, x^2 + \ldots + Ak_{-1} x^{-1} + Ak_{-2} x^{-2} + \ldots.$$

La méthode que nous venons d'exposer est particulièrement utile dans le cas où la variable x, réduite à une exponentielle trigonométrique, se trouve liée à un certain angle p par une équation de la forme

$$(19)\qquad x = e^{p\sqrt{-1}}.$$

Alors le développement de $f(x)$ se trouve ordonné suivant les puissances entières de l'exponentielle $e^{p\sqrt{-1}}$. On peut d'ailleurs substituer à ces puissances les sinus et cosinus des multiples de p, attendu qu'on a généralement, pour des valeurs positives ou même négatives de n,

$$(20)\qquad e^{np\sqrt{-1}} = \cos np + \sqrt{-1}\, \sin np.$$

§ II. — *Sur le développement de l'expression* $(1 - 2\theta \cos p + \theta^2)^{-s}$.

» Si l'on pose, pour abréger,

$$\frac{s(s+1)\ldots(s+n-1)}{1.2\ldots n} = [s]_n,$$

la formule du binôme donnera

$$(1) \qquad (1-x)^{-s} = 1 + [s]_1 x + [s]_2 x^2 + \ldots.$$

On a d'ailleurs, en désignant par θ un nombre que nous supposerons inférieur à l'unité,

$$(2) \qquad 1 - 2\theta \cos p + \theta^2 = \left(1 - \theta e^{p\sqrt{-1}}\right)\left(1 - \theta e^{-p\sqrt{-1}}\right),$$

par conséquent

$$(3) \qquad (1 - 2\theta \cos p + \theta^2)^{-s} = \left(1 - \theta e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s}\left(1 - \theta e^{-p\sqrt{-1}}\right)^{-s};$$

et des formules (1), (3), comme Euler en a fait la remarque, on tire

$$(4) \qquad (1 - 2\theta \cos p + \theta^2)^{-s} = \Theta_0 + \Theta_1 e^{p\sqrt{-1}} + \Theta_2 e^{2p\sqrt{-1}} + \ldots + \Theta_1 e^{-p\sqrt{-1}} + \Theta_2 e^{-2p\sqrt{-1}} + \ldots,$$

la valeur de Θ_n étant déterminée par la formule

$$(5) \qquad \Theta_n = [s]_n \theta^n \left[1 + \frac{s+n}{n+1}\theta^2 + \frac{s+n}{n+1}\,\frac{s+n+1}{n+2}\theta^4 + \ldots\right].$$

Il y a plus : si dans la formule

$$(6) \quad \left(1 - \theta e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s}\left(1 - \theta e^{-p\sqrt{-1}}\right)^{-s} = \Theta_0 + \Sigma\,\Theta_n\left(e^{np\sqrt{-1}} + e^{-np\sqrt{-1}}\right)$$

on remplace $\qquad e^{p\sqrt{-1}} \quad$ par $\quad \dfrac{e^{p\sqrt{-1}}}{\theta},$

on en conclura

$$(7) \quad \left(1 - e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s}\left(1 - \theta^2 e^{-p\sqrt{-1}}\right)^{-s} = \Theta_0 + \Sigma\,\Theta_n\left(\theta^{-n} e^{np\sqrt{-1}} + \theta^n e^{-np\sqrt{-1}}\right),$$

le signe Σ indiquant une somme qui s'étend à toutes les valeurs entières, nulle et positives de n. Donc les deux produits

$$\Theta_n \theta^{-n} \quad \text{et} \quad \Theta_n \theta^n$$

seront les coefficients des exponentielles

$$e^{np\sqrt{-1}}, \quad e^{-np\sqrt{-1}},$$

dans le développement de l'expression

$$\left(1 - e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s}\left(1 - \theta^2 e^{-p\sqrt{-1}}\right)^{-s}.$$

D'ailleurs on a

$$1-\theta^2 e^{-p\sqrt{-1}} = 1-\theta^2-\theta^2\,\frac{1-e^{p\sqrt{-1}}}{e^{p\sqrt{-1}}},$$

et par conséquent,

$$(8)\qquad 1-\theta^2 e^{-p\sqrt{-1}} = (1-\theta^2)\left(1-\lambda\,\frac{1-e^{p\sqrt{-1}}}{e^{p\sqrt{-1}}}\right),$$

la valeur de λ étant

$$(9)\qquad \lambda = \frac{1-\theta^2}{\theta^2};$$

et de la formule (1), jointe à la formule (6), on conclut

$$\begin{aligned}&(1-e^{p\sqrt{-1}})^{-s}(1-\theta^2 e^{-p\sqrt{-1}})^{-s}\\ &= (1-\theta^2)^{-s}\left[(1-e^{p\sqrt{-1}})^{-s}+[s]_1\lambda e^{-p\sqrt{-1}}(1-e^{p\sqrt{-1}})^{-s+1}+\text{etc.}\right].\end{aligned}$$

Or, de cette dernière équation, comparée à la formule (7), on tirera

$$\Theta_n\theta^{-n} = (1-\theta^2)^{-s}\{[s]_n+[s]_1[s-1]_{n-1}\lambda+[s]_2[s-2]_{n-2}\lambda^2+\ldots\},$$

et

$$\Theta_n\theta^{n} = (1-\theta^2)^{-s}\lambda^n\{[s]_n+[s]_{n+1}[s-n+1]_1\lambda+[s]_{n+2}[s-n+2]_2\lambda^2+\ldots\}.$$

Donc à l'équation (5) on peut substituer la suivante

$$(10)\qquad \Theta_n = [s]_n\,\mathrm{I}_n\,\frac{\theta^n}{(1-\theta^2)^s},$$

la valeur de I_n pouvant être, à volonté, déterminée par l'une ou par l'autre des formules

$$(11)\qquad \mathrm{I}_n = 1+\frac{s}{1}\,\frac{s-1}{n+1}\lambda+\frac{s(s+1)}{1.2}\,\frac{(s-1)(s-2)}{(n+1)(n+2)}\lambda^2+\ldots,$$

$$(12)\qquad \mathrm{I}_n = (1+\lambda)^n\left[1+\frac{s+n}{n+1}\,\frac{s-n-1}{1}\lambda+\frac{(s+n)(s+n+1)}{(n+1)(n+2)}\,\frac{(s-n-1)(s-n-2)}{1.2}\lambda^2+\ldots\right].$$

» Les formules (11) et (12), dont la première était déjà connue, supposent

$$\lambda < 1,$$

ou, ce qui revient au même,

$$\theta^2 < \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad \theta < \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

§ III. — *Sur le développement des puissances d'une fonction entière du sinus et du cosinus d'un même angle.*

» Concevons qu'une fonction réelle et entière du sinus et du cosinus de l'angle p soit représentée par la lettre u, et supposons que cette fonction reste positive pour toutes les valeurs réelles de p. On pourra la réduire à la forme

$$(1) \qquad u = \mathrm{k}[1 - \mathrm{a}\cos(p - \alpha)][1 - \mathrm{b}\cos(p - 6)]\ldots,$$

k désignant une constante positive, a, b,... d'autres constantes positives inférieures à l'unité, et α, 6,... des angles constants. Soient d'ailleurs

$$\mathfrak{a}, \quad \mathfrak{b}, \ldots$$

des nombres inférieurs à l'unité, choisis de manière à vérifier les formules

$$(2) \qquad \mathfrak{a} + \frac{1}{\mathfrak{a}} = \frac{2}{\mathrm{a}}, \quad \mathfrak{b} + \frac{1}{\mathfrak{b}} = \frac{2}{\mathrm{b}}, \text{ etc.},$$

ou, ce qui revient au même, posons

$$(3) \qquad \mathfrak{a} = \operatorname{tang}(\tfrac{1}{2}\operatorname{arc}\sin \mathrm{a}), \quad \mathfrak{b} = \operatorname{tang}(\tfrac{1}{2}\operatorname{arc}\sin \mathrm{b}), \ldots.$$

Posons, en outre,

$$h = \frac{\mathrm{k}}{(1+\mathfrak{a}^2)(1+\mathfrak{b}^2)\ldots},$$

ou, ce qui revient au même,

$$h = \frac{\mathrm{a}}{2\mathfrak{a}}\,\frac{\mathrm{b}}{2\mathfrak{b}}\ldots \mathrm{k}.$$

On aura encore

$$(4) \quad u = h[1 + 2\mathfrak{a}\cos(p - \alpha) + \mathfrak{a}^2][1 + 2\mathfrak{b}\cos(p - 6) + \mathfrak{b}^2]\ldots.$$

Donc, si l'on élève la fonction u à une puissance d'un degré donné, représenté par $-s$, on trouvera

$$(5) \quad u^{-s} = h^{-s}[1 + 2\mathfrak{a}\cos(p - \alpha) + \mathfrak{a}^2]^{-s}[1 + 2\mathfrak{b}\cos(p - 6) + \mathfrak{b}^2]^{-s}\ldots.$$

Si le degré de la fonction u est peu élevé, alors, en partant de l'équation (5), on pourra aisément déduire la valeur de u^{-s} des formules rappelées dans le § II. Ainsi, en particulier, si u est du second degré seulement par rapport à chacune des quantités $\sin p$, $\cos p$, et si l'on nomme

$$\mathrm{A}_n \quad \text{ou} \quad \mathrm{B}_n$$

ce que devient la quantité précédemment désignée par Θ_n, quand on remplace θ par $\mathfrak{a}$ ou par $\mathfrak{b}$; alors, en ayant égard aux formules

$$(1 + 2\mathfrak{a}\cos(p-\alpha) + \mathfrak{a}^2)^{-s} = \mathrm{A}_0 + \sum \mathrm{A}_n \left[e^{n(p-\alpha)\sqrt{-1}} + e^{-n(p-\alpha)\sqrt{-1}}\right],$$

$$(1 + 2\mathfrak{b}\cos(p-6) + \mathfrak{b}^2)^{-s} = \mathrm{B}_0 + \sum \mathrm{B}_n \left[e^{n(p-6)\sqrt{-1}} + e^{-n(p-6)\sqrt{-1}}\right],$$

dans lesquelles le signe $\sum$ s'étend à toutes les valeurs positives de n, on tirera de l'équation (5)

$$(6) \quad u^{-s} = \mathrm{K}_0 + \mathrm{K}_1 e^{p\sqrt{-1}} + \mathrm{K}_2 e^{2p\sqrt{-1}} + \ldots + \mathrm{K}_{-1} e^{-p\sqrt{-1}} + \mathrm{K}_{-2} e^{-2p\sqrt{-1}} + \ldots,$$

la valeur de K_n étant

$$(7) \quad \begin{aligned} \mathrm{K}_n = h^{-s} &\left\{ \begin{array}{l} \mathrm{A}_n\mathrm{B}_0 + \mathrm{A}_{n-1}\mathrm{B}_1 e^{(\alpha-6)\sqrt{-1}} + \ldots \\ \quad + \mathrm{A}_{n+1}\mathrm{B}_1 e^{-(\alpha-6)\sqrt{-1}} + \ldots \end{array} \right\} e^{-n\alpha\sqrt{-1}} \\ + h^{-s} &\left\{ \begin{array}{l} \mathrm{B}_n\mathrm{A}_0 + \mathrm{B}_{n-1}\mathrm{A}_1 e^{-(\alpha-6)\sqrt{-1}} + \ldots \\ \quad + \mathrm{B}_{n+1}\mathrm{A}_1 e^{(\alpha-6)\sqrt{-1}} + \ldots \end{array} \right\} e^{n\alpha\sqrt{-1}}, \end{aligned}$$

et la valeur de K_{-n} se déduisant de celle de K_n par un simple changement de signe du radical $\sqrt{-1}$.

» Au reste, dans tous les cas, et surtout lorsque u renfermera des puissances élevées de $\sin p$ et de $\cos p$, on tirera immédiatement de la formule (5)

$$(8) \quad \mathrm{l}(u^{-s}) = -s \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{l}(h) + \mathrm{l}\left[1 - \mathfrak{a} e^{(p-\alpha)\sqrt{-1}}\right] + \mathrm{l}\left[1 - \mathfrak{a} e^{-(p-\alpha)\sqrt{-1}}\right] \\ \quad + \mathrm{l}\left[1 - \mathfrak{b} e^{(p-6)\sqrt{-1}}\right] + \mathrm{l}\left[1 - \mathfrak{b} e^{-(p-6)\sqrt{-1}}\right] \\ \quad + \text{etc.}, \end{array} \right.$$

et le développement de $\mathrm{l}(u^{-s})$, suivant les puissances entières de $e^{p\sqrt{-1}}$, se déduira immédiatement de la formule (8), jointe à la suivante

$$(9) \qquad \mathrm{l}(1 - x) = -x - \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} - \text{etc.}$$

D'ailleurs, le développement de $\mathrm{l}(u^{-s})$ étant formé, on en déduira le développement de u^{-s} par la méthode exposée dans le § I[er].

§ IV. — *Sur les inégalités périodiques des mouvements planétaires.*

» Le calcul des inégalités périodiques produites dans le mouvement d'une planète m par l'action d'une autre planète m', suppose que l'on a développé la fonction perturbatrice, et spécialement la partie de cette fonction qui est réciproquement proportionnelle à la distance $\imath$ des deux planètes, en une série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles trigonométriques dont les exposants sont l'anomalie moyenne T de la planète m, et l'anomalie moyenne T' de la planète m'. La question qu'il s'agit alors de résoudre consiste donc à développer $\frac{1}{\imath}$ suivant les puissances entières positives, nulles et négatives des exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}}.$$

On sait d'ailleurs que l'anomalie moyenne T, d'une planète m, est liée à l'anomalie excentrique ψ, et à l'excentricité ε de l'orbite, par la formule

$$(1) \qquad \psi - \varepsilon \sin\psi = T.$$

De plus, il est aisé de prouver que le coefficient Θ_l de

$$e^{nT\sqrt{-1}},$$

dans le développement de l'exponentielle

$$e^{l\psi\sqrt{-1}},$$

suivant les puissances entières de $e^{T\sqrt{-1}}$, se réduit à l'intégrale

$$\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-nT\sqrt{-1}}\, e^{l\psi\sqrt{-1}}\, dT = \frac{l}{2\pi n}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-(n-l)\psi\sqrt{-1}}\, e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}\, d\psi.$$

Ce coefficient sera donc le produit de $\frac{l}{n}$ par le coefficient $\mathcal{E}_{n-l}$ de l'exponentielle

$$e^{(n-l)\psi\sqrt{-1}},$$

dans le développement de l'expression

$$e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}} = e^{\frac{n\varepsilon}{2}\left(e^{\psi\sqrt{-1}}-e^{-\psi\sqrt{-1}}\right)},$$

suivant les puissances entières de $e^{\psi\sqrt{-1}}$; et par conséquent on aura

$$(1) \qquad \Theta_l = \frac{l}{n}\,\mathcal{E}_{n-l},$$

les valeurs de $\mathcal{E}_l$ et de $\mathcal{E}_{-l}$ étant déterminées, pour des valeurs positives de l, par les formules

$$(2) \qquad \mathcal{E}_{-l} = (-1)^l\,\mathcal{E}_l,$$

$$(3) \qquad \mathcal{E}_l = \frac{\left(\frac{n\varepsilon}{2}\right)^l}{1.2\ldots l}\,\mathfrak{z}_l, \quad \mathfrak{z}_l = 1 - \frac{\left(\frac{n\varepsilon}{2}\right)^2}{1.(l+1)} + \frac{\left(\frac{n\varepsilon}{2}\right)^4}{1.2(l+1)(l+2)} - \text{etc....}$$

Enfin, après avoir déduit de la dernière formule deux valeurs de $\mathfrak{z}_l$ correspondantes à des valeurs un peu considérables de l, on pourra aisément calculer les valeurs de $\mathfrak{z}_l$ qui répondront à de moindres valeurs de l, à l'aide de l'équation

$$(4) \qquad \mathfrak{z}_{l-1} = \mathfrak{z}_l - \frac{\left(\frac{n\varepsilon}{2}\right)^2}{l(l+1)}\,\mathfrak{z}_{l+1};$$

et ainsi on parviendra sans peine aux diverses valeurs de Θ_l. Cela posé, il est clair que le développement d'une fonction de ψ en une série ordonnée suivant les puissances entières de $e^{T\sqrt{-1}}$, se trouvera réduit au développement de la même fonction en une série ordonnée suivant les puissances entières de

$$e^{\psi\sqrt{-1}}.$$

Concevons en particulier que l'on désigne par $\mathcal{A}_n$ le coefficient de

$$e^{n\psi\sqrt{-1}},$$

dans le développement du rapport $\frac{1}{v}$ en une série ordonnée suivant les puissances entières de $e^{\psi\sqrt{-1}}$. Le coefficient A_n de

$$e^{nT\sqrt{-1}},$$

dans le développement du même rapport en une série ordonnée suivant les puissances entières de $e^{T\sqrt{-1}}$, sera

$$(5)\quad \left\{ \begin{aligned} A_n = \mathcal{E}_0 \mathcal{A}_n &- \frac{n+1}{n}\mathcal{E}_1 \mathcal{A}_{n+1} + \frac{n+2}{n}\mathcal{E}_2 \mathcal{A}_{n+2} + \text{etc}\ldots \\ &+ \frac{n-1}{n}\mathcal{E}_1 \mathcal{A}_{n-1} + \frac{n-2}{n}\mathcal{E}_2 \mathcal{A}_{n-2} - \text{etc}\ldots \end{aligned} \right.$$

Pareillement, le développement de $\frac{1}{v}$ suivant les puissances entières des deux exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}},\quad e^{T'\sqrt{-1}},$$

pourra se déduire du développement de $\frac{1}{v}$ suivant les puissances entières des deux exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}},\quad e^{\psi'\sqrt{-1}}.$$

Il reste à montrer comment on peut construire ce dernier développement.

» La valeur générale de v^2 est de la forme

$$(6)\quad \left\{ \begin{aligned} v^2 = \mathrm{h} + \mathrm{k}\cos(\psi - \psi' - \alpha) &- \mathrm{b}\cos(\psi - 6) - \mathrm{b}'\cos(\psi' - 6') \\ &+ \mathrm{c}\cos(\psi + \psi' - \gamma) + \mathrm{i}\cos 2\psi + \mathrm{i}'\cos 2\psi', \end{aligned} \right.$$

h, k, b, b′, c, i, i′ désignant des constantes positives, et α, 6, $6'$, γ des angles constants. On tirera d'ailleurs de l'équation (6)

$$(7)\qquad v^2 = \mathrm{h}(1 + \mathcal{R}),$$

et, par suite,

$$(8)\qquad \frac{1}{v} = \mathrm{h}^{-\frac{1}{2}}\left(1 + \frac{1}{2}\mathcal{R} + \frac{1.3}{2.4}\mathcal{R}^2 + \ldots\right),$$

la valeur de $\mathcal{R}$ étant donnée par la formule

$$(9)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathcal{R} = &\tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{k}}{\mathrm{h}} e^{(\psi-\psi'-\alpha)\sqrt{-1}} + \tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{k}}{\mathrm{h}} e^{-(\psi-\psi'-\alpha)\sqrt{-1}} \\ &+ \tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{b}}{\mathrm{h}} e^{(\psi-6)\sqrt{-1}} - \tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{b}}{\mathrm{h}} e^{-(\psi-6)\sqrt{-1}} - \tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{b}'}{\mathrm{h}} e^{(\psi'-6')\sqrt{-1}} - \tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{b}'}{\mathrm{h}} e^{-(\psi'-6')\sqrt{-1}} \\ &+ \tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{c}}{\mathrm{h}} e^{(\psi+\psi'-\gamma)\sqrt{-1}} + \tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{c}}{\mathrm{h}} e^{-(\psi-\psi'-\gamma)\sqrt{-1}} \\ &+ \tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{i}}{\mathrm{h}} e^{2\psi\sqrt{-1}} + \tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{i}}{\mathrm{h}} e^{-2\psi\sqrt{-1}} + \tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{i}'}{\mathrm{h}} e^{2\psi'\sqrt{-1}} + \tfrac{1}{2}\frac{\mathrm{i}'}{\mathrm{h}} e^{-2\psi'\sqrt{-1}}. \end{aligned} \right.$$

On pourrait, à la rigueur, déduire de cette dernière formule les valeurs successives de $\mathfrak{R}^2$, $\mathfrak{R}^3$, développées suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{\psi'\sqrt{-1}},$$

et les substituer, avec la valeur de $\mathfrak{R}$, dans le second membre de l'équation (8). Ce calcul, qui serait fort long, peut d'ailleurs être abrégé par les considérations suivantes.

» Posons

$$(10) \quad \begin{cases} \rho = \mathrm{h} + \mathrm{k}\cos(\psi - \psi' - \alpha) - \mathrm{b}\cos(\psi - 6) - \mathrm{b}'\cos(\psi' - 6') + \mathrm{c}\cos(\psi + \psi' - \gamma), \\ \varsigma = \mathrm{i}\cos 2\psi + \mathrm{i}'\cos 2\psi'. \end{cases}$$

La formule (6) donnera

$$(11) \qquad \iota^2 = \rho + \varsigma;$$

et d'ailleurs, en nommant a, a' les grands axes des orbites décrites par les planètes m, m', on aura

$$\mathrm{i} = \tfrac{1}{2}a^2\varepsilon^2, \qquad \mathrm{i}' = \tfrac{1}{2}a'^2\varepsilon'^2,$$

en sorte que, pour des excentricités qui ne surpasseront pas $\frac{1}{4}$, les valeurs de i, i' seront généralement assez petites. Cela posé, on tirera de la formule (11)

$$(12) \qquad \frac{1}{\upsilon} = \rho^{-\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\rho^{-\frac{3}{2}}\varsigma + \frac{1.3}{2.4}\rho^{-\frac{5}{2}}\varsigma^2 + \ldots;$$

et, comme ς sera très-petit par rapport à ρ, on pourra réduire la série comprise dans l'équation (12) à un petit nombre de termes. Il ne s'agira donc plus que de développer ces divers termes suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{\psi'\sqrt{-1}}.$$

Or, on pourra évidemment y parvenir à l'aide des formules établies dans les paragraphes précédents. On pourra, en particulier, développer le premier terme $\rho^{-\frac{1}{2}}$, en opérant comme il suit.

» Posons

$$(13) \qquad \upsilon = \mathrm{h} + \mathrm{k}\cos(\psi - \psi' - \alpha),$$

et

(14) $$\mathfrak{s} = \mathrm{b}\cos(\psi - \mathfrak{G}) + \mathrm{b}'\cos(\psi' - \mathfrak{G}') - \mathrm{c}\cos(\psi + \psi' - \gamma).$$

On aura

(15) $$\rho = \upsilon - \mathfrak{s},$$

(16) $$\rho^{-\frac{1}{2}} = \upsilon^{-\frac{1}{2}} + \tfrac{1}{2}\upsilon^{-\frac{3}{2}}\mathfrak{s} + \frac{1.3}{2.4}\upsilon^{-\frac{5}{2}}\mathfrak{s}^2 + \ldots.$$

Posons encore, pour abréger, non-seulement

$$[l]_n = \frac{l(l+1)\ldots(l+n-1)}{1.2\ldots l},$$

mais aussi

$$(l)_n = \frac{l(l-1)\ldots(l-n+1)}{1.2\ldots n} = [l-n+1]_n,$$

et

$$(l)_{n,n'} = \frac{1.2\ldots l}{(1.2\ldots n)(1.2\ldots n')(1.2\ldots l-n-n')}.$$

Représentons, dans le développement de $\rho^{-\frac{1}{2}}$, par $\mathfrak{K}_{n,n'}$ le coefficient de l'exponentielle

$$e^{(nT + n'T)\sqrt{-1}},$$

et, en conséquence, par $\mathfrak{K}_{-n,n'}$ le coefficient de l'exponentielle

$$e^{(n'T' - nT)\sqrt{-1}}.$$

Supposons, pour fixer les idées, $n' > n$, $\mathrm{b}' > \mathrm{b}$, et désignons, 1° par $2\mathrm{N}$ le nombre pair égal ou immédiatement supérieur à $n' - n$; 2° par $2\mathrm{N}'$ la quantité numérique qui, ayant pour valeur un nombre pair, est ou égale, ou supérieure d'une unité à la somme

$$\mathrm{N} - f - g + n' + f' - g',$$

f, g, f', g' désignant quatre nombres entiers quelconques. Enfin, prenons

(7) $$\theta = \operatorname{tang}\left(\tfrac{1}{2}\operatorname{arc}\sin\frac{\mathrm{k}}{\mathrm{h}}\right), \quad \lambda = \frac{\theta^2}{1-\theta^2},$$

et

(18) $$\mathfrak{b} = \frac{2\theta\mathrm{b}'}{\mathrm{k}}, \quad \mathfrak{c} = \frac{\mathrm{c}}{\mathrm{b}};$$

et nommons

$$\Theta_{l,l'}$$

le coefficient de l'exponentielle

$$e^{l'p\sqrt{-1}},$$

dans le développement de l'expression

$$(1 - 2\theta\cos p + \theta^2)^{-l+\frac{1}{2}}.$$

On aura

$$(19) \qquad \mathcal{K}_{-n,n'} = [\tfrac{1}{2}]_N \mathfrak{G}^N e^{n\varepsilon\sqrt{-1}} e^{-n'\varepsilon'\sqrt{-1}} \sum \left(\frac{\mathrm{b}}{\mathrm{b}'}\right)^{f+g} \mathcal{C}_{f,g},$$

et

$$(20) \qquad \mathcal{C}_{f,g} = \sum (-1)^{f'+g'} (f)_{f'} (g)_{g'} \mathfrak{O}_{f',g'}\, c^{f'+g'} e^{(g'-f')(\varepsilon+\varepsilon'-\gamma)\sqrt{-1}},$$

la valeur de $\mathfrak{O}_{f',g'}$ étant déterminée, pour des valeurs paires de

$$\mathrm{N} - f - g + n' + f' - g'$$

par la formule

$$(21) \quad \begin{cases} \mathfrak{O}_{f',g'} = (\mathrm{N})_{f,g}(\mathrm{N} - f - g)_{\mathrm{N}'}\, \Theta_{\mathrm{N},n-f+g} \\ \quad + \dfrac{2\mathrm{N}+1}{2\mathrm{N}+2}\,\dfrac{2\mathrm{N}+3}{2\mathrm{N}+4}(\mathrm{N}+2)_{f,g}(\mathrm{N}+2-f-g)_{\mathrm{N}'+1}\Theta_{\mathrm{N}+2,n-f+g}\mathfrak{G}^2 \\ \quad + \text{etc.}, \end{cases}$$

et, pour des valeurs impaires de $\mathrm{N} - f - g + n' - f' - g'$, par la formule

$$(22) \quad \begin{cases} \mathfrak{O}_{f',g'} = \dfrac{2\mathrm{N}+1}{2\mathrm{N}+2}(\mathrm{N}+1)_{f',g}(\mathrm{N}+1-f-g)_{\mathrm{N}'}\, \Theta_{\mathrm{N}+1,n-f-g}\mathfrak{G} \\ \quad + \dfrac{2\mathrm{N}+1}{2\mathrm{N}+2}\,\dfrac{2\mathrm{N}+3}{2\mathrm{N}+4}\,\dfrac{2\mathrm{N}+5}{2\mathrm{N}+6}(\mathrm{N}+3)_{f,g}(\mathrm{N}+3-f-g)_{\mathrm{N}'+1}\Theta_{\mathrm{N}+3,n-f-g}\mathfrak{G}^3 \\ \quad + \text{etc.} \end{cases}$$

D'ailleurs les sommes indiquées par le signe $\sum$ s'étendent, dans la formule (19), aux diverses valeurs entières et positives de f, g, et, dans la formule (21), aux diverses valeurs entières et positives de f', g', qui vérifient nécessairement les conditions

$$f' = \text{ou} < f, \qquad g' = \text{ou} < g,$$

puisque $(f)_{f'}$ et $(g)_{g'}$ s'évanouissent lorsque ces conditions cessent d'être remplies.

» Les formules (19), (20), (21), sont d'un emploi facile quand les nombres entiers n, n' sont peu considérables. Mais, dans le cas contraire, elles doivent être abandonnées, et il convient de leur substituer celles que l'on déduit de la méthode logarithmique, établie dans le § Ier, comme nous l'expliquerons plus en détail dans un prochain article. »

CALCUL INTÉGRAL. — *Note sur les intégrales eulériennes; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Il semble qu'après les travaux des géomètres sur les intégrales eulériennes, et en particulier sur les fonctions Γ, il n'y ait plus à s'occuper de celles-ci. Toutefois, je suis parvenu à établir pour l'évaluation de celles qui correspondent à de grandes valeurs de la variable, une formule nouvelle qui paraît digne d'être remarquée. D'ailleurs la méthode qui m'a conduit à cette formule pourra être appliquée avec succès à la détermination d'autres intégrales, et en particulier de celles que l'on rencontre en astronomie, comme je me propose de le faire voir dans un autre article.

» On connaît la formule de Stirling pour la détermination approximative du logarithme d'une factorielle qui correspond à de grandes valeurs de la variable, et M. Binet est parvenu à remplacer la série non convergente qui représentait ce logarithme par une série convergente. J'ai été curieux de voir s'il ne serait pas possible de développer dans le même cas la factorielle elle-même en une série convergente dont la loi fût immédiatement donnée. Ce problème me paraissait d'autant plus digne d'intérêt, que la série déduite par Laplace de sa méthode d'approximation pour la détermination des fonctions de très-grands nombres procède suivant une loi inconnue, en sorte que l'auteur s'est borné à calculer les deux premiers termes. En réfléchissant sur cet objet, j'ai reconnu que la difficulté du calcul tient ici à ce que l'auteur, en transformant les intégrales par un changement de variable, a supposé la variable nouvelle toujours représentée par une fonction linéaire du logarithme de la fonction sous le signe $\int$. Je trouve un grand avantage à employer des substitutions plus simples, qui permettent de passer facilement de l'ancienne variable à la nouvelle, et réciproquement. La seule condition à laquelle je m'astreins, est de développer la fonction sous le signe $\int$ en une série dont le premier terme soit sa valeur maximum ou la valeur minimum d'un de ses facteurs, par exemple d'un facteur élevé à une très-haute puissance. Alors on

parvient à déterminer plus facilement par approximation les fonctions de très-grands nombres, et à les développer en séries convergentes. C'est ce que je fais en particulier pour les fonctions Γ, et je me trouve conduit de cette manière à une série convergente dont la loi est connue, et de laquelle on peut aisément déduire les deux premières approximations obtenues par Laplace.

ANALYSE.

» Considérons en particulier l'intégrale

$$\Gamma(n) = \int_0^\infty x^{n-1} e^{-x} dx,$$

que l'on peut écrire comme il suit

$$(1) \qquad \Gamma(n) = \int_0^\infty x^n e^{-x} \frac{dx}{x}.$$

Si l'on décompose la fonction sous le signe $\int$ en deux facteurs $x^n e^{-x}$ et $\frac{1}{x}$, le premier variera très-rapidement avec x pour de grandes valeurs de n, et la valeur maximum du premier facteur sera celle qui correspond à $x = n$, savoir, le produit

$$n^n e^{-n}.$$

Cela posé, concevons qu'à la variable x on substitue une nouvelle variable t liée à la première par l'équation

$$x = ne^t.$$

Aux limites 0, ∞ de x répondront les limites $-\infty$, ∞ de t; et comme on aura

$$\frac{dx}{x} = dt,$$

l'équation (1) donnera

$$(2) \qquad \Gamma(n) = n^n \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x(e^t - t)} dt.$$

D'autre part, on a

$$e^t = 1 + t + \frac{t^2}{1.2} + \frac{t^3}{1.2.3} + \text{etc...};$$

et par suite, si l'on fait, pour abréger,

(3) $$T = \frac{t^3}{1.2.3} + \frac{t^4}{1.2.3.4} + \ldots,$$

l'on trouvera

(4) $$e^t = 1 + t + \frac{t^2}{2} + T.$$

Cela posé, l'équation (2) donnera

(5) $$\Gamma(n) = n^n e^{-n} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{n}{2}t^2} e^{-nT}\, dt,$$

et si l'on pose, pour plus de commodité,

$$\frac{n}{2} = a,$$

on aura simplement

(6) $$\Gamma(n) = n^n e^{-n} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-at^2} e^{-nT}\, dt.$$

Pour déduire de cette dernière formule la valeur de $\Gamma(n)$ représentée par une série dont la loi soit facile à constater, il suffit de développer l'exponentielle

$$e^{-nT},$$

suivant les puissances de T. On trouve ainsi

(7) $$\Gamma(n) = n^n e^{-n} \left(A_0 - \frac{n}{1} A_1 + \frac{n^2}{1.2} A_2 - \text{etc.} \right),$$

la valeur de A_m étant donnée par l'équation

(8) $$A_m = \int_{-\infty}^{\infty} T^m e^{-at^2}\, dt.$$

Il ne reste plus qu'à déterminer la valeur de l'intégrale (8).

» Or, des équations connues

(9) $$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2} dt = \pi^{\frac{1}{2}}, \quad \int_{-\infty}^{\infty} t e^{-t^2} dt = 0,$$

on tire, non-seulement

$$(10)\qquad \int_{-\infty}^{\infty} e^{-at^2}dt = \pi^{\frac{1}{2}} a^{-\frac{1}{2}}, \qquad \int_{-\infty}^{\infty} t e^{-at^2}dt = 0,$$

mais encore, en remplaçant t par $t - \frac{l}{2a}$,

$$(11)\qquad \int_{-\infty}^{\infty} e^{-at^2} e^{lt} dt = \pi^{\frac{1}{2}} a^{-\frac{1}{2}} e^{\frac{l^2}{4a}}, \qquad \int_{-\infty}^{\infty} t e^{-at^2} e^{lt} dt = \frac{\pi^{\frac{1}{2}} l}{2} a^{-\frac{3}{2}} e^{\frac{l^2}{2a}};$$

puis on en conclut, en différentiant m fois de suite par rapport au paramètre a,

$$(12)\qquad \int_{-\infty}^{\infty} t^{2m} e^{-at^2} e^{lt} dt = \pi^{\frac{1}{2}} (-\mathrm{D}_a)^m \left[a^{-\frac{1}{2}} e^{\frac{l^2}{4a}} \right],$$

et

$$(13)\qquad \int_{-\infty}^{\infty} t^{2m+1} e^{-at^2} e^{lt} dt = \frac{\pi^{\frac{1}{2}} l}{2} (-\mathrm{D}_a)^m \left[a^{-\frac{3}{2}} e^{\frac{l^2}{4a}} \right].$$

En conséquence, si l'on nomme $\mathrm{f}(t)$ une fonction entière de t, on aura généralement

$$(14)\qquad \int_{-\infty}^{\infty} \mathrm{f}(t^2) e^{-at^2} e^{lt} dt = \pi^{\frac{1}{2}} \mathrm{f}(-\mathrm{D}_a) \left[a^{-\frac{1}{2}} e^{\frac{l^2}{4a}} \right],$$

et

$$(15)\qquad \int_{-\infty}^{\infty} t\, \mathrm{f}(t^2) e^{-at^2} e^{lt} dt = \frac{\pi^{\frac{1}{2}} l}{2} \mathrm{f}(-\mathrm{D}_a) \left[a^{-\frac{3}{2}} e^{\frac{l^2}{4a}} \right].$$

Ces dernières formules offrent un moyen simple de calculer facilement la valeur de A_m. En effet, on tire des formules (4) et (8)

$$(16)\qquad \mathrm{A}_m = \int_{-\infty}^{\infty} \left(e^t - 1 - t - \frac{t^2}{2} \right)^m e^{-at^2} dt.$$

Posons, de plus,

$$(17)\qquad \mathrm{B}_m = \int_{-\infty}^{\infty} \left(e^t - 1 + t - \frac{t^2}{2} \right)^m e^{-at^2} dt.$$

On pourra évidemment déterminer la valeur de $\frac{A_m + B_m}{2}$ à l'aide de la formule (15), et la valeur de $\frac{A_m - B_m}{2}$ à l'aide de la formule (16).

» Si, pour abréger, on pose

$$(18) \quad \begin{cases} \left(1 + t + \frac{t^2}{2}\right)^m + \left(1 - t + \frac{t^2}{2}\right)^m = 2\varphi_m(t^2), \\ \left(1 + t + \frac{t^2}{2}\right)^m - \left(1 - t + \frac{t^2}{2}\right)^m = 2t\chi_m(t^2), \end{cases}$$

on tirera des formules (16) et (17)

$$(19) \quad \frac{A_m + B_m}{2} = \pi^{\frac{1}{2}} \begin{cases} a^{-\frac{1}{2}} e^{\frac{m^2}{4a}} - \frac{m}{1}\varphi_1(-D_a)\left[a^{-\frac{1}{2}} e^{\frac{(m-1)^2}{4a}}\right] \\ \quad + \frac{m(m-1)}{1.2}\varphi_2(-D_a)\left[a^{-\frac{1}{2}} e^{\frac{(m-2)^2}{4a}}\right] \\ \quad + \ldots \\ \quad + (-1)^m \varphi_m(-D_a)\left[a^{\frac{1}{2}}\right], \end{cases}$$

et

$$(20) \quad \frac{A_m - B_m}{2} = -\frac{\pi^{\frac{1}{2}}}{2} \begin{cases} \frac{m}{1}(m-1)\chi_1(-D_a)\left[a^{-\frac{3}{2}} e^{\frac{(m-1)^2}{4a}}\right] \\ -\frac{m(m-1)}{2}(m-2)\chi_2(-D_a)\left[a^{-\frac{3}{2}} e^{\frac{(m-2)^2}{4a}}\right] \\ + \ldots \\ -(-1)^m \chi_m(-D_a)\left[a^{-\frac{3}{2}}\right]. \end{cases}$$

En combinant entre elles, par voie d'addition, les formules (19) et (20), on obtiendra immédiatement la valeur de A_m. On trouvera ainsi

$$A_0 = \left(\frac{\pi}{a}\right)^{\frac{1}{2}},$$

$$A_1 = \left(\frac{\pi}{a}\right)^{\frac{1}{2}} \left(e^{\frac{1}{4a}} - 1 - \frac{1}{4a}\right),$$

$$A_2 = \left(\frac{\pi}{a}\right)^{\frac{1}{2}} \left[e^{\frac{1}{a}} - \left(2 + \frac{3}{2a} + \frac{1}{4a^2}\right) e^{\frac{1}{4a}} + \left(1 + \frac{1}{a} + \frac{3}{16a^2}\right)\right],$$

etc.;

puis, en remplaçant a par $\frac{n}{2}$,

$$A_0 = \left(\frac{2\pi}{n}\right)^{\frac{1}{2}},$$

$$A_1 = \left(\frac{2\pi}{n}\right)^{\frac{1}{2}}\left(e^{\frac{1}{2n}} - 1 - \frac{1}{2n}\right),$$

$$A_2 = \left(\frac{2\pi}{n}\right)^{\frac{1}{2}}\left[e^{\frac{2}{n}} - \left(2 + \frac{3}{n} + \frac{1}{n^2}\right)e^{\frac{1}{2n}} + \left(1 + \frac{2}{n} + \frac{3}{4n^2}\right)\right],$$

etc.

On aura donc

$$\Gamma(n) = \left(\frac{2\pi}{n}\right)^{\frac{1}{2}} n^n e^{-n}(1 + \mathrm{a}_1 + a_2 + \ldots), \tag{21}$$

les valeurs de a_1, a_2, etc., étant

$$\left\{\begin{aligned} &\mathrm{a}_1 = \frac{n}{1}\left(e^{\frac{1}{2n}} - 1 - \frac{1}{2n}\right),\\ &\mathrm{a}_2 = \frac{n^2}{1.2}\left[e^{\frac{2}{n}} - \left(2 + \frac{3}{n} + \frac{1}{n^2}\right)e^{\frac{1}{2n}} + \left(1 + 2n + \frac{3}{4n^2}\right)\right],\\ &\text{etc....}\end{aligned}\right. \tag{22}$$

Nous observerons en finissant que, si l'on substituait dans la formule (8) la valeur de T tirée de l'équation (3), on obtiendrait non plus les valeurs de $A_1, A_2, A_3, \ldots$ en termes finis, mais ces valeurs développées en séries ordonnées suivant les puissances de $\frac{1}{n}$. En opérant ainsi, on reconnaît que les premiers termes des développements de

$$\mathrm{a}_{2m-1} \quad \text{et} \quad \mathrm{a}_{2m}$$

sont respectivement représentés par les expressions

$$\frac{2m-1}{4}\,\frac{n^{2m-1}}{1.2\ldots(2m-1)}\,\frac{a^{\frac{1}{2}}}{6^{2m-1}}\,(-\mathrm{D}_a)^{3m-1}\left[a^{-\frac{1}{2}}\right],$$

et

$$\frac{n^{2m}}{1.2\ldots 2m}\frac{a^{\frac{1}{2}}}{6^{2m}}(-\mathrm{D}_a)^{3m}\left[a^{-\frac{1}{2}}\right],$$

qui se réduiront définitivement aux produits

$$\frac{2m-1}{4}\,\frac{1.3\ldots(6m-3)}{1.2\ldots(2m-1)}\,\frac{1}{6^{2m-1}}\left(\frac{1}{n}\right)^m, \quad \text{et} \quad \frac{1.3\ldots(6m-1)}{1.2\ldots 2m}\,\frac{1}{6^{2m}}\left(\frac{1}{n}\right)^m.$$

Il en résulte que, si n devient très-grand, et par suite $\frac{1}{n}$ très-petit, les deux quantités

$$\mathfrak{a}_{2m-1}, \quad \mathfrak{a}_{2m}$$

seront l'une et l'autre de l'ordre de la fraction

$$\left(\frac{1}{n}\right)^m,$$

c'est-à-dire de l'ordre m par rapport à n. Si l'on pose en particulier $m = 1$, les premiers termes de

$$\mathfrak{a}_1, \quad \mathfrak{a}_2$$

seront respectivement

$$\frac{1}{8n}, \quad \frac{5}{24n},$$

et leur différence

$$\frac{1}{12n}$$

sera le seul terme de premier ordre par rapport à $\frac{1}{n}$, que l'on rencontrera dans le développement du polynôme

$$1 - \mathfrak{a}_1 + \mathfrak{a}_2 - \text{etc.} \ldots \text{»}$$

CHIMIE ANIMALE. — *Analyses comparées de l'aliment consommé et des excréments rendus par une tourterelle, entreprises pour rechercher s'il y a exhalation d'azote pendant la respiration des granivores; par* M. **Boussingault**. (Extrait.)

« Les recherches que je vais exposer ont été faites dans le but de constater si les granivores émettent, pendant l'acte de la respiration, de l'azote

provenant de leur organisme; en d'autres termes, on s'est proposé d'examiner si un oiseau adulte, nourri d'une manière régulière et dont le poids n'augmente pas, rend, dans ses déjections, la totalité de l'azote qui faisait partie des aliments qu'il a consommés.

» Cette émission d'azote est assez généralement admise aujourd'hui, par suite des expériences de Dulong et de M. Despretz. Il y a quelques années, j'ai été conduit à une semblable conclusion en déterminant, par l'analyse élémentaire, la composition de la nourriture prise et celle des produits rendus par le cheval et la vache; néanmoins, comme dans l'application des préceptes de la théorie à l'économie des engrais, il est d'une importance extrême de savoir s'il y a réellement une partie de l'azote des fourrages consommés qui est perdue pour la production animale et pour le fumier, j'ai cru devoir étudier de nouveau la question en faisant porter mes recherches, non plus sur de grands herbivores, mais sur un oiseau qui, par son peu de volume et la nature de ses déjections, permettait d'espérer un plus grand degré de précision. La tourterelle que j'ai soumise à l'observation était depuis longtemps nourrie uniquement avec du millet, elle a été mise dans une cage dont le fond, recouvert par une plaque de verre, laissait recueillir, sans aucune perte, les excréments. Le millet, donné comme nourriture, était contenu dans un vase de porcelaine un peu profond, ayant une capacité sensiblement conique, la petite base du cône formant l'orifice de la mangeoire; à l'aide de cette disposition, la tourterelle n'a pas laissé tomber un seul grain de millet dans la cage.

» Dès le commencement des expériences, le millet destiné à l'alimentation a été conservé dans un flacon bouché, afin que pendant toute leur durée, la proportion d'humidité qu'il contenait restât constamment la même. Chaque jour, à la même heure, on pesait une certaine quantité de graine que l'on mettait dans la mangeoire, après avoir enlevé et pesé celle qui restait de la ration donnée la veille. On connaissait ainsi avec exactitude le millet qui avait été consommé en vingt-quatre heures; et, bien que la nourriture ait été de la sorte donnée à discrétion, la tourterelle s'est rationnée elle-même avec assez de régularité.

» Les excréments étaient recueillis tous les jours au moment où l'on donnait la ration de millet; ils ont constamment offert la même apparence, la même forme sphéroïdale, et leur consistance permettait de les enlever avec facilité; à la fin d'une expérience, on détachait de la plaque de verre qui recouvrait le plancher de la cage les quelques parcelles de matières qui étaient restées adhérentes. Les excréments rendus dans les vingt-quatre heures ont

d'abord été pesés humides; immédiatement après la pesée, on les desséchait dans une étuve chauffée à 40 ou 50 degrés. On s'est astreint à dessécher à cette basse température, dans la crainte, probablement exagérée, de dissiper quelques principes volatils azotés. La température de la chambre dans laquelle séjournait la tourterelle ne dépassa jamais 10 à 11 degrés; de sorte que les déjections, avant de passer à l'étuve, se trouvaient à l'abri de toute fermentation qui aurait pu donner lieu à des vapeurs ammoniacales.

» Les expériences ont été divisées en deux séries: la première série comprend cinq jours d'observations, la seconde sept jours.

Première série. — *Cinq jours d'observations.*

ÉPOQUES.	EN VINGT QUATRE HEURES.		POIDS de la tourterelle.
	Millet consommé.	Excréments humides recueillis.	
	gr	gr	gr
Premier jour..........	15,45	7,19	187,90
Deuxième jour........	15,53	7,11	»
Troisième jour........	16,94	8,04	»
Quatrième jour........	14,55	7,54	»
Cinquième jour........	14,17	7,42	186,27
En cinq jours.........	76,64	37,30	

Analyse du millet consommé dans les deux expériences.

» *Dessiccation.* — $1^{gr},871$ ont perdu, à la température de 130 à 135 degrés, après un séjour dans le vide sec, $0^{gr},263$ d'eau; eau pour 100 = 14,0.

» Les $76^{gr},64$ de millet mangé par la tourterelle dans cette première série, contenaient réellement $65^{gr},91$ de millet sec.

» *Cendres.* — $2^{gr},880$ de millet normal = $2^{gr},477$ de millet sec ont laissé $0^{gr},064$ de cendres très-blanches et fortement calcinées; on a ainsi, pour 100 : dans le millet normal, 2,22 de cendres; dans le millet sec, 2,58.

Azote.

	Millet normal.	Millet sec.	Azote.	Température.	Baromètre à 0 degré.	Azote en poids.	Azote dans 100 de millet sec.	
	gr	gr	c.c.	o	m	gr		
I.	0,775	0,6665	17,8	11,0	0,7693	0,02134	3,20	3,30
II.	0,7795	0,6704	19,1	13,5	0,7642	0,02282	3,40	

Carbone et hydrogène.

	Millet normal.	Millet sec.	Eau contenue.	Acide carbonique.	Eau dosée (*).	Dans 100 de millet sec, Carbone.	Hydrogène.
	gr	gr	gr	gr	gr		
I.	0,567	0,4876	0,0794	0,822	0,357	45,97	6,29
II.	0,636	0,5470	0,0890	0,930	0,399	46,17	6,30
					Moyennes......	46,07	6,295

Composition du millet consommé à l'état sec.

Carbone..........	46,07
Hydrogène........	6,29
Azote............	3,30
Oxygène..........	41,76
Matières salines....	2,58
	100,00

Analyse des excréments.

» *Première dessiccation.* — Les 37gr,30 d'excréments humides pesaient à la sortie de l'étuve 16gr,220; la matière sèche a été broyée, introduite dans un flacon et mélangée intimement : c'est à cet état qu'elle a été analysée.

» *Deuxième dessiccation.* — 2gr,257 de la poudre précédente, après une dessiccation prolongée dans le vide sec et à la température de 130 à 135 degrés, se sont réduits à 2gr,093 = eau 0gr,164. Pour 100, eau 7,27. Les 37gr,30 d'excréments humides représentent par conséquent 15gr,04 d'excréments complétement desséchés.

» *Cendres.* — 1gr,440 de matière desséchée à l'étuve, répondant à 1gr,3365 d'excréments entièrement secs, ont laissé 0gr,158 de cendres très-blanches, fortement calcinées. Pour 100 d'excréments secs, cendres 11,80.

Azote.

» 0gr,4775 de matière séchée à l'étuve = 0gr,4428 de matière sèche ont donné :

(*) *L'eau dosée* renferme nécessairement *l'eau contenue.* Pour calculer l'hydrogène du millet *sec,* on a retranché la première de la seconde.

» Azote, $34^{c.c.}$,1 ; tempér., 13°,0; barom. à 0 degré, 0^{m},7692 = azote en poids, 0^{gr},04092.

» Azote, pour 100, dans les excréments séchés à l'étuve, 8,57; dans les excréments séchés à 135 degrés, 9,24.

Carbone et hydrogène.

		gr		gr		gr
I.	Matière séchée à l'étuve.	0,605	Acide carbonique.	0,812	Eau dosée.	0,292
II.	*Id*..........	0,600	*Id*......	0,812	*Id*....	0,310
		0,205		1,524		0,602
	Humidité contenue.....	0,088				0,088
	Excréments secs.......	1,117			Eau dosant l'hydrogène.	0,514

» On a, pour la composition des excréments secs,

Carbone..........	39,65
Hydrogène........	5,11
Azote............	9,24
Oxygène..........	34,20
Matières salines....	11,80
	100,00

Deuxième série. — *Sept jours d'observations.*

ÉPOQUES.	EN VINGT-QUATRE HEURES.		POIDS de la tourterelle.
	Millet consommé.	Excréments humides recueillis.	
Premier jour..........	gr. 17,74	gr. 8,26	gr. 186,97
Deuxième jour........	15,31	9,05	186,17
Troisième jour........	17,02	10,37	»
Quatrième jour........	16,82	8,14	»
Cinquième jour........	17,54	9,07	187,27
Sixième jour..........	15,78	8,05	»
Septième jour.........	17,41	9,45	185,47
En sept jours.........	117,62	62,99	

Analyse des excréments.

» *Première dessiccation.* — Les 62gr,99 d'excréments humides ont pesé, après la dessiccation à l'étuve, 26gr,176.

» *Deuxième dessiccation.* — 2gr,738 de matière séchée à l'étuve, mis dans le vide sec à la température de 130 à 135 degrés, se sont réduits à 2gr,517 = eau 0gr,221. Pour 100, 8,10. Les 62gr,99 d'excréments humides contenaient alors 24gr,056 de matières sèches.

» *Cendres.* — 2gr,883 d'excréments séchés à l'étuve = 2gr,6495 de matière sèche ont laissé 0gr,284 de cendres parfaitement blanches. Pour 100, cendres, 10,72 dans l'excrément sec.

Azote.

» 0gr,4755 de matière séchée à l'étuve = 0gr,437 de fiente sèche, ont donné :

» Azote, 33c.c.,2; température, 13°,2; baromètre à 0 degré, 0m,7667 = azote en poids; 0gr,03984 = azote dans 100 d'excréments secs, 9,12.

Carbone et hydrogène.

Matière séchée à l'étuve.	gr 0,610	Acide carbonique. . .	gr 0,835	Eau. . .	gr 0,302
Eau contenue.	0,0495				0,0495
Matière sèche.	0,5605			Eau dosant l'hydrogène. . .	0,2525

Composition des excréments secs de la deuxième série.

Carbone.	40,63
Hydrogène. . . .	5,00
Azote	9,12
Oxygène.	34,53
Matières salines .	10,72
	100,00

» Le résumé des deux expériences se trouve consigné dans le tableau suivant :

Aliments consommés et excréments rendus par une tourterelle, pendant cinq jours. — 1[re] expérience.

	POIDS à l'état normal.	POIDS à l'état sec.	EAU contenue.	PRINCIPES CONTENUS DANS L'ALIMENT ET DANS L'EXCRÉMENT. Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Matières salines.	POIDS DE LA TOURTERELLE avant et après l'expérience
Millet consommé....	gr. 76,64	gr. 65,91	gr. 10,73	gr. 30,37	gr. 4,15	gr. 27,52	gr. 2,17	gr. 1,70	Au commenc. g. 187,90
Excréments rendus..	37,30	15,04	22,26	5,96	0,77	5,15	1,39	1,77	A la fin...... 186,27
Principes éliminés en cinq jours..........				24,41	3,38	22,37	0,78	"	"

Aliments consommés et excréments rendus par une tourterelle, pendant sept jours. — 2[e] expérience.

	POIDS à l'état normal.	POIDS à l'état sec.	EAU contenue.	PRINCIPES CONTENUS DANS L'ALIMENT ET DANS L'EXCRÉMENT. Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Matières salines.	POIDS DE LA TOURTERELLE avant et après l'expérience.
Millet consommé....	gr. 117,62	gr. 101,15	gr. 16,47	gr. 46,60	gr. 6,36	gr. 42,24	gr. 3,34	gr. 2,61	Au commenc. gr. 186,70
Excréments rendus..	62,99	24,056	38,934	9,77	1,20	8,31	2,20	2,58	A la fin...... 185,47
Principes éliminés en sept jours..........				36,83	5,16	33,93	1,14	"	"
Principes éliminés en douze jours..........				61,24	8,54	56,30	1,92	"	"
Principes éliminés en vingt-quatre heures..........				C 5,10	H 0,71	O 4,69	Az 0,16	"	"
Carbone brûlé dans une heure..........				0,212	"	"	"	"	"

» En prenant la moyenne des résultats, on trouve qu'une tourterelle pesant environ 187 grammes brûle, en respirant pendant vingt-quatre heures, $5^{gr},10$ de carbone; elle émet, en conséquence, dans le même espace de temps, $18^{gr},70$ d'acide carbonique et $0^{gr},16$ d'azote; soit, en volume : acide carbonique, $9^{lit},441$; azote, $0^{lit},126$; d'où il résulte que l'azote exhalé provenant de l'organisme est à peu près le $\frac{1}{100}$, en volume, de l'acide carbonique produit, résultat conforme, quant au fait de l'exhalation de l'azote, à celui obtenu par Dulong et par M. Despretz, mais qui en diffère notablement sous le rapport quantitatif, en ce que l'azote exhalé, si on le compare au gaz acide carbonique, est en proportion beaucoup plus faible que dans les expériences de ces physiciens. Néanmoins, toute minime que soit cette quantité d'azote, elle constitue cependant le tiers de celle qui entre dans la ration alimentaire de la tourterelle; dans la condition de nourriture où se trouvait placé ce granivore, les déjections ne renfermaient plus que les deux tiers de l'azote qui préexistait dans le millet consommé.

» Ainsi, indépendamment des modifications que les aliments, ou plutôt le sang qui en dérive, subissent pendant la combustion respiratoire, on peut concevoir qu'une partie des principes azotés de l'organisme éprouve une combustion complète, de manière à donner lieu à de l'acide carbonique, à de l'eau et à de l'azote; à moins de supposer que sous certaines influences, l'azote des composés quaternaires peut être éliminé en partie, en donnant naissance, par cette élimination, à des composés ternaires.

» En consultant le tableau qui résume les deux expériences, on s'aperçoit que l'hydrogène et l'oxygène éliminés ne sont pas dans le rapport voulu pour constituer l'eau. En effet, l'oxygène dissipé dans un jour étant $4^{gr},69$, exigerait $0^{gr},636$ d'hydrogène; par conséquent l'hydrogène excédant, qui est brûlé comme l'est le carbone par le concours de l'oxygène de l'air, est alors $0^{gr},07$.

» En considérant la respiration comme un phénomène de combustion, les données précédentes indiqueraient qu'une tourterelle du poids de 187 grammes, respirant librement dans une atmosphère à 8 ou 10 degrés centigrades, où elle brûle, en vingt-quatre heures, $5^{gr},1$ de carbone et $0^{gr},07$ d'hydrogène, peut dégager assez de chaleur pour entretenir sa masse à une température à peu près constante de 41 à 42 degrés, tout en volatilisant l'eau qui sort par la transpiration pulmonaire et cutanée: eau dont la quantité, comme on va le voir, s'élève à plus de 3 grammes.

Dans une première expérience, la tourterelle soumise au régime du millet a bu, en deux jours.	12,80 d'eau distillée.
Dans une autre expérience..	12,70
En quatre jours.	26,50; par jour $6^{gr},378$

» Il est possible, maintenant, d'estimer approximativement la quantité d'eau que l'animal perdait par la transpiration :

	gr
En douze jours la tourterelle a pris, avec les $194^{gr},26$ de millet consommé, eau.	27,30
Eau bue directement.	76,50
Eau entrée..	103,80
Eau contenue dans les $100^{gr},29$ d'excréments humides..	71,19
Différence ou eau sortie par la transpiration pulmonaire et cutanée. . . .	32,71
Par jour.	2,73
Eau formée dans un jour par les $0^{gr},07$ d'hydrogène excédant.	0,63
Eau totale éliminée en vingt-quatre heures par la transpiration.	3,36 »

MATHÉMATIQUES. — *Mémoire sur les interpolations, contenant surtout, avec une exposition fort simple de leur théorie dans ce qu'elle a de plus utile pour les applications, la démonstration générale et complète de la méthode de quinti-section de* Briggs, *et de celle de* Mouton, *quand les indices sont équidifférents; et du procédé exposé par* Newton, *dans ses* Principes, *quand les indices sont quelconques; par* M. **Fréd. Maurice.**

« La méthode des interpolations devait naître avec le calcul des grandes Tables de logarithmes, et c'est ce que les faits ont, en effet, établi. Après la mémorable découverte de Néper, lorsque, de concert avec Briggs, l'inventeur eut reconnu quel avantage résulterait de l'adoption d'une autre base, ce fut Briggs qui se chargea avec intrépidité de l'immense travail que devait nécessiter le calcul de ces Tables fameuses qui virent le jour à Londres en 1624, et dont l'exactitude et l'étendue n'ont point encore été dépassées dans les ouvrages qui ont été publiés jusqu'ici. On sait pourtant que Briggs laissait dans ces Tables une lacune considérable, et qu'on n'y trouvait point les logarithmes des nombres compris entre 20 000 et 70 000; mais à peine ces premières Tables furent-elles imprimées, que Briggs entreprit, avec une nouvelle ardeur, le calcul des logarithmes des lignes qu'emploie la trigonométrie, et il était au moment de terminer cette vaste entreprise lorsque la mort l'ar-

rêta; ce fut Gellibrand, son ami, qui acheva son œuvre, et la fit paraître en 1631.

» Le service signalé que rendit aux sciences ce calculateur de premier ordre ne se réduit pas à l'exacte détermination tant des logarithmes qu'il a calculés à un grand nombre de décimales, que de leurs différences de plusieurs ordres : Briggs s'est montré surtout un géomètre d'une rare habileté dans la composition des deux savantes préfaces dont il a fait précéder les deux grands ouvrages que nous avons cités. Il y a développé une foule de moyens ingénieux imaginés par lui pour réunir la rigueur à la facilité dans ces immenses calculs, et il y présente, dans ce but, plusieurs méthodes diverses, et toutes remarquables, qui lui permettaient de s'assurer minutieusement de l'exactitude de ses résultats.

» Au nombre de ces méthodes, on peut surtout remarquer (ch. XIII de la Préface de ses premières Tables, et chap. XII de celle des Tables trigonométriques) le singulier procédé qu'il expose pour intercaler quatre valeurs intermédiaires entre chacune de celles qu'on aura obtenues par un calcul direct, les unes comme les autres de ces valeurs répondant à des indices équidifférents. Il ajoute à cet exposé qu'en publiant, à 14 décimales, les logarithmes des 30 000 nombres compris entre 1 et 20 000, et entre 90 000 et 100 000, il s'est proposé de donner, par ce procédé, des moyens faciles pour déterminer les 70 000 logarithmes qu'il reste à calculer pour avoir ceux des cent premières chiliades des nombres naturels; et l'on peut bien penser qu'il en avait déjà fait usage pour une partie des logarithmes contenus dans les précieuses Tables qu'il publiait. Nous parlons ici, évidemment, de celles des logarithmes des nombres, dont il fut lui-même l'éditeur, en 1624.

» Cette méthode, qui est fort curieuse, et antérieure de près d'un demi-siècle aux recherches de Mouton et de Regnaud sur une interpolation analogue, se trouve présentée par son auteur sans aucune démonstration. Il ne fait que prescrire les règles fort compliquées de son procédé, et cela d'une manière bien dépourvue de cette clarté que, depuis les temps d'Euler, l'analyse sait répandre sur la plupart des objets dont elle traite. Ajoutons que le procédé lui-même est bien plus singulier que facilement praticable : rien n'y semble guider le calculateur dans le choix de la limite des corrections auxquelles il doit s'arrêter; et de plus, les différences, d'ordres divers, de la fonction considérée, se trouvant affectées d'indices différents, pourraient causer quelque embarras dans l'application.

» Il faut croire que c'est au défaut que nous venons de signaler dans

l'exposition de cette méthode remarquable que doit être attribué le silence des géomètres sur une pareille invention. Aucun d'eux n'avait appelé l'attention sur le caractère d'originalité qu'elle présente, lorsqu'au bout de deux siècles Legendre en fit l'objet d'une savante Note dans les Additions à la *Connaissance des Temps* pour 1817. Il y démontra, par une analyse rigoureuse, mais toute moderne, le principe des *corrections* prescrites par Briggs pour déduire les différences à employer dans l'interpolation, de celles qu'il nommait les *différences moyennes* : celles-ci ont, en effet, des relations nécessaires avec les différences qui se rapportent aux termes entre lesquels Briggs se propose d'interpoler.

» Dans cette Note, dont la brièveté est d'ailleurs à regretter, Legendre reconnaît que sa démonstration manque de simplicité; et, dans cette persuasion, il énonce le vœu *qu'on en trouve une qui se rapproche davantage de celle que l'auteur, sans doute, avait découverte, et qu'il aurait dû publier*. On s'est proposé, dans ce Mémoire, de répondre à cet appel, et l'on croit y être parvenu en n'employant aucun procédé, aucune opération de calcul qui ne fût pas connue des géomètres vivants à l'époque de 1620, contemporaine de Képler et d'Harriot, et antérieure à Descartes et à Fermat.

» Ainsi, avant que de passer à la démonstration, tout à fait élémentaire, du curieux procédé de Briggs, il a paru convenable de se rendre compte des moyens de calcul qu'il pouvait posséder pour la détermination des différences, à cette époque *moyenne*, du travail immense qu'il exécuta, et ce sera l'objet du *premier* de nos paragraphes; dans le *second*, on exposera, d'après Briggs lui-même, ce procédé que Legendre a jugé si digne d'attention; et dans le *troisième*, on le démontrera complétement par des moyens purement arithmétiques, qui n'auront une apparence d'analyse moderne que par l'emploi des notations dont l'usage a de nos jours heureusement prévalu.

» Nous avons opposé à cette méthode assez obscure celle qui est d'un usage aussi clair que commode, et que publia, en 1670, Mouton, prêtre lyonnais, auteur d'un ouvrage astronomique sur les diamètres du Soleil et de la Lune, où se trouvent d'autres idées fort remarquables pour cette époque-là. Mais cette méthode, dont Mouton, pour ce qu'elle a de plus général, attribue le mérite à Regnaud, son compatriote et son ami, n'est que longuement exposée, sans démonstration. En 1761, Lalande se proposa, le premier, de la démontrer pour les trois premiers ordres de différences; et l'on en était encore là sur ce point, lorsque Lagrange, dans les *Mémoires de Berlin* pour 1792 et 1793, en publia une démonstration aussi générale que savante. Peu de temps après, Prony la prit pour base de l'immense travail exécuté sous sa direc-

tion, pour le calcul des grandes Tables, dites *du cadastre;* et développa, dit-on, dans leur préface, cette excellente méthode dans tous ses détails. Néanmoins, ces Tables, si supérieures en exactitude comme en étendue à toutes celles qui ont été publiées, n'existent encore que manuscrites dans deux exemplaires soigneusement séparés : en sorte que l'analyse de Prony n'a point vu le jour; et si feu Lacroix, dans le tome III de son grand Traité, y a présenté en peu de mots le principe de la méthode et de sa démonstration, ce qu'il en dit est si peu élémentaire, que nous pouvons espérer qu'on ne jugera point inutile l'exposition plus simple et plus complète que nous en offrons dans notre *quatrième* paragraphe, où nous montrerons, de plus, que les méthodes de Briggs et de Mouton, malgré leur complète dissemblance, peuvent pourtant conduire identiquement aux mêmes résultats, non-seulement en nombres, mais encore dans ces expressions générales dont les nombres doivent résulter. Comme, d'ailleurs, nous n'avons pas négligé les détails utiles pour la pratique des interpolations, il sera évident que les procédés de Mouton, aussi clairs que faciles, offrent de rares avantages par la symétrie de toutes les opérations.

» Jusqu'ici nous n'avons considéré, en fait d'interpolation, que le cas des indices équidifférents. Mais ce cas ne se présente pas toujours. Si, par exemple, dans les observations de certains phénomènes, il arrive que leurs intervalles ne sont pas égaux, alors les diverses valeurs de la fonction cherchée, qui représentent les phénomènes donnés par l'observation, sont relatives à des temps, pris pour ses indices, dont les différences sont inégales; et le problème consiste à trouver, par les données de la question et pour une valeur de l'indice relative à un temps quelconque, la forme générale de l'expression de cette fonction.

» Newton en donna la première solution dans un lemme de ses *Principes*, que, selon sa coutume, il ne s'arrêta pas à démontrer; et Laplace, en adoptant cette solution pour sa méthode de calcul de l'orbite des comètes, s'est borné, comme l'auteur, à sa simple exposition. Nous consacrons notre *cinquième* et dernier paragraphe à la considération générale des cas de ce genre, et, après en avoir donné une solution qui repose sur les mêmes principes qui nous ont guidé dans tout cet écrit, et qui sont purement algébriques, nous parvenons à démontrer facilement la solution de Newton sous la forme que Laplace lui a donnée dans la *Mécanique céleste*.

» Enfin, dans un *Appendice* qui termine notre Mémoire, nous avons traité plus particulièrement des procédés les plus usités en astronomie, et nous les avons également déduits des principes fort simples auxquels nous nous

sommes attaché constamment. On y pourra remarquer la manière dont nous traitons une formule que Stirling, dans son excellent ouvrage sur l'interpolation, n'avait obtenue que par induction, et ce que nous ajoutons sur ce que M. Bessel a déjà fait pour démontrer cette utile formule : la simplicité comme la clarté de tous ces calculs leur fera peut-être accorder quelque attention. »

M. **Arago** annonce que M. **Mauvais** vient de découvrir une nébulosité dont on n'a pas encore déterminé le mouvement propre, mais qui, suivant toute apparence, est une nouvelle comète (1).

M. **Arago** fait hommage à l'Académie d'un Rapport qu'il a fait à la Chambre des Députés, au nom de la Commission chargée de l'examen du projet de loi portant allocation d'un crédit de 300 000 fr. applicable à divers établissements d'intérêt général.

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Note sur l'ancienne et la nouvelle vaccine, et l'application de la vaccine naturelle par le moyen du virus repris sans cesse sur l'espèce bovine au moment même de l'inoculation; par* M. **James**.

(Commission précédemment nommée.)

Dans ce Mémoire, l'auteur a pour objet de prouver que la méthode du renouvellement du vaccin à époques indéterminées et assez lointaines, est bien loin d'avoir les mêmes avantages que celle de la régénération du virus. « En effet, dit-il, quoique l'apparition spontanée du cow-pox chez la vache ne soit pas, à beaucoup près, aussi rare qu'on l'a prétendu, on n'est pas certain d'en avoir au moment où le besoin s'en fait sentir, c'est-à-dire au moment où l'on soupçonne que le virus transmis de bras à bras a perdu sa force préservatrice; d'une autre part, on sait que les premières inoculations faites avec le cow-pox exposent quelquefois à des accidents dont se sont plaints fréquemment les vaccinateurs de l'époque de Jenner. Ces deux inconvénients disparaissent dans la méthode de la régénération, méthode qui consiste à reporter, après un petit nombre de transmissions de bras à bras, le virus à des génisses, desquelles on le reprend ensuite pour le passer à une nouvelle série d'enfants. Ce moyen,

(1) L'observation de la nuit suivante a prouvé que c'est en effet une comète.

ajoute l'auteur, permet, comme le raisonnement l'indique et comme l'expérience l'a prouvé, de conserver constamment le vaccin au degré d'énergie nécessaire pour qu'il garantisse sûrement de la variole, sans exposer aux accidents qui sont, pour ainsi dire, inévitables quand un vaccin est trop fort, comme l'est en général celui qu'on reprend directement à la source naturelle.

» La méthode de régénération du vaccin, dit en terminant M. James, ne peut manquer d'être, à la fin, reconnue comme préférable à celle du renouvellement; mais quand ses avantages ne seront plus contestés, j'espère qu'on n'oubliera pas que l'invention m'en est due, et qu'on me saura gré des persévérants efforts que j'ai faits pour la propager tant en France que dans nos colonies et dans les pays étrangers. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre de la Guerre** transmet divers documents relatifs à des essais de culture qui se font en Algérie, et sur lesquels il désire avoir l'opinion de l'Académie. Ces documents se composent de :

1°. Un Rapport sur la culture du riz de montagne; par M. **Hardy**, directeur de la pépinière centrale du Gouvernement;

2°. Un Rapport sur une éducation de vers à soie faite à la pépinière centrale; par *le même ;*

3°. Une Note sur l'installation de la pépinière de Philippeville, et sur la culture du mûrier parmi les colons; par *le même;*

4°. La copie d'un Rapport fait à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, par la Chambre consultative des Arts et Manufactures de Saint-Quentin et la Chambre de Commerce de Lille, sur les cotons récoltés en Algérie;

5°. Enfin une Note de M. **Aimé**, sur les cotons cultivés en 1837 à la ferme Regaïa, à 32 kilomètres Est d'Alger, dans la Mitidja.

Ces diverses pièces sont renvoyées à l'examen d'une Commission composée de MM. de Mirbel, Richard et Payen.

CHIMIE. — *Recherches sur les gaz que l'eau de mer peut dissoudre en différents moments de la journée et dans les saisons diverses de l'année; par* M. **Morren**. (Extrait.)

(Commission chargée des recherches relatives à la composition de l'air atmosphérique.)

« Dès que la science a possédé des moyens exacts d'analyse, la composi-

tion de l'air atmosphérique est devenue l'objet des recherches et de l'étude des physiciens et des chimistes; à partir de Lavoisier qui, la balance à la main, est venu ouvrir pour la chimie une ère nouvelle, l'air atmosphérique a été étudié avec une minutieuse persévérance. Nous ne nous ferons pas ici l'historien de ces recherches, il nous suffira de rappeler avec quel zèle et quelles ingénieuses précautions les savants les plus remarquables de notre époque se sont occupés de cette question; ils ont cherché, au moyen de procédés nouveaux et précis, à mettre dans l'analyse de l'air atmosphérique la scrupuleuse exactitude que la science réclame aujourd'hui. Nous nous bornerons à citer, entre tous, MM. Dumas et Boussingault, en renvoyant, pour les résultats et les méthodes, aux Mémoires que ces savants ont publiés. Ce n'est que d'aujourd'hui que l'on peut espérer arriver à enregistrer dans la science la composition de l'air atmosphérique, de manière à ce qu'il soit possible, à ceux qui viendront après nous, de constater avec certitude si l'atmosphère est soumise ou non à des variations dans la quantité des éléments qui la composent; si cette composition doit aussi être rangée à côté de ces faits d'équilibre établis avec tant de certitude par les sciences exactes, tels que la durée du jour sidéral, les temps des révolutions des planètes, les grands axes des orbites planétaires, etc., le refroidissement du globe terrestre, lesquels ou ne varient pas, ou oscillent entre des limites infranchissables et très-variées, ou varient avec une lenteur plus que séculaire.

» On conçoit, du reste, parfaitement bien l'intérêt et la popularité scientifique qui s'attachent à ces travaux. Quels sont, en effet, les êtres des règnes animal et végétal qui ne demandent rien à l'atmosphère? La moindre variation que celle-ci viendrait à subir suffirait pour entraîner chez tous les êtres qui peuplent le globe, des modifications profondes, et souvent même l'impossibilité d'exister. A côté de ces recherches si intéressantes, il en est d'autres, jusqu'à ce moment négligées, qui se rattachent bien étroitement aux précédentes; elles sont, comme on le verra, indispensables pour rendre les premières complètes et permettre d'aborder les plus curieux phénomènes de la physiologie végétale et animale. De l'union de ces deux séries de recherches, il pourra jaillir des lumières nouvelles qui permettront peut-être de résoudre des problèmes que la science a aperçus, sans voir d'une manière assez nette les données et les faits qui pouvaient lui venir en aide. La géologie nous fait connaître que des végétaux en nombre immense, que des animaux ont paru sur le globe à des époques très-reculées. Ces êtres ont respiré soit dans l'eau, soit dans l'air, et se sont assimilé des principes empruntés aux corps au sein desquels ils vivaient. De leur comparaison mutuelle, de leur comparaison avec les êtres qui aujourd'hui peuplent le globe, et enfin

de la connaissance plus approfondie des lois et des influences qui régissent les milieux où vivent les êtres de la création, il doit surgir des déductions qui avanceront considérablement l'étude de la physiologie du globe.

» Tout le monde sait parfaitement que les eaux seraient inhabitables pour les végétaux et les animaux, si elles étaient privées des gaz qu'elles dissolvent dans leur état normal. Les eaux sur le globe se divisent en deux classes : les eaux douces et les eaux salées. Les êtres, végétaux ou animaux, qui les habitent, sont fort différents. La plupart des animaux marins mis dans l'eau douce y sont promptement asphyxiés. La réciproque est vraie; on a peine à croire que l'absence des principes salins dans l'eau douce et que leur légère différence de densité suffisent pour produire cette mort presque immédiate.

» Une étude parfaitement approfondie de la constitution des êtres qui vivent avec facilité dans les mers et les rivières offrirait, nous n'en doutons pas, des données précieuses pour la science. L'impossibilité d'existence que nous venons d'indiquer doit se déduire, parmi d'autres circonstances sans doute, de la nature et de la quantité des gaz dissous, et ce qui vient donner presque la certitude d'un fait à cette conjecture, c'est la généralité et le développement des appareils respiratoires chez la plupart des êtres des deux règnes qui vivent dans les eaux de la mer. S'il est prouvé que la qualité et la quantité des gaz dissous vont en augmentant à mesure que l'influence de la lumière devient plus énergique, ne deviendra-t-il pas du plus haut intérêt de rechercher quelle variation ces faits produisent en différents lieux, surtout dans les régions les plus favorisées, sur les animaux et les végétaux? Voici donc les questions que nous nous proposons de résoudre dans ce travail :

» 1°. Quels sont et la nature et la proportion des gaz que peuvent dissoudre les eaux douces et salées?

» 2°. Ces proportions varient-elles avec les circonstances diverses de température, de pression, de lumière et de climat où elles peuvent se trouver?

» 3°. D'où viennent les gaz que l'eau dissout; que deviennent-ils lorsque l'expérience montre qu'il disparaissent?

» 4°. Peuvent-ils avoir de l'influence pour modifier accidentellement et par localité la composition de l'air atmosphérique?

» Cette dernière question se rapporte parfaitement, on le voit, aux résultats singuliers signalés par M. Lewy qui, dans un voyage du Havre à Copenhague, reconnut dans l'air atmosphérique puisé près de la surface de la mer, une quantité d'oxygène différente de celle trouvée sur les continents, par MM. Dumas et Boussingault, et cela au moyen des mêmes procédés, remarquables, je l'ai dit, par leur grande exactitude.

» Les conclusions à tirer des expériences nombreuses rapportées dans

mon Mémoire, et relatives à l'air extrait de l'eau de la mer prise sous des influences variées près de Saint-Malo, sont faciles, au moins pour ce qui concerne l'oxygène et l'azote. Quant à l'acide carbonique, ce gaz, bien que beaucoup plus soluble dans l'eau, trouvant au-dessus du milieu dans lequel il est dissous, une atmosphère pauvre en acide carbonique, doit surtout, eu égard à la grande agitation des eaux de la mer, présenter des variations qu'on ne retrouvera pas pour les autres gaz, surtout si l'on retarde quelque peu l'analyse eudiométrique du gaz extrait. Nous reviendrons plus loin sur ce qui le concerne.

» Le volume total du gaz extrait est exprimé en centimètres cubes; en le comparant à la capacité du ballon, $4^{\text{lit.}},5$, et en examinant les limites dans lesquelles le gaz extrait a varié, on trouve que les eaux de la mer dissolvent une quantité de gaz comprise entre $\frac{1}{45}$ et $\frac{1}{30}$ de leur volume; c'est sensiblement moins que les eaux douces qui, dans leur état normal, en contiennent de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{25}$ et même davantage, lorsqu'elles sont vivement aérées par l'influence, soit des végétaux, soit des animalcules qui s'y trouvent. Les unes comme les autres n'en contiennent pas une quantité invariable, et pour les unes comme pour les autres, le volume de l'air dissous ne varie pas d'une manière indifférente. Le volume est toujours beaucoup plus considérable après l'action prolongée de la lumière. Cette quantité de gaz dissous a toujours été croissant, par suite de la succession non interrompue des beaux jours, jusqu'au 5 et 6 avril. A cette époque, le temps est devenu momentanément froid, gris et pluvieux; aussi le volume qui s'était élevé à $150^{\text{c.c.}},00$ est-il retombé à $113^{\text{c.c.}},20$. Sans nul doute, sous l'influence plus énergique du soleil de juin, juillet et août, le volume total doit aller encore en augmentant. La nuit apporte aussi son influence, car ce n'est que pendant le jour que la quantité de gaz augmente; et comme, par un beau temps, l'effet du jour l'emporte sur l'effet de la nuit, il s'ensuit que chaque journée belle qui suit une journée semblable voit augmenter la quantité de gaz dissous, bien que, chaque nuit, cette quantité diminue.

» L'oxygène, l'azote et l'acide carbonique varient-ils de la même manière dans leur volume, ou, en un mot, l'augmentation éprouvée par le volume total se porte-t-elle proportionnellement sur chaque gaz?

» Pour l'oxygène, la loi est la même; son augmentation est proportionnelle à celle du volume total, et l'on est sûr que lorsque celui-ci augmente, c'est principalement sur l'oxygène que s'est portée l'augmentation; c'est sous l'influence de la lumière du soleil que cet effet a lieu. Ainsi le 27 mars et les jours précédents, la quantité d'oxygène était constante et à son minimum; vu

la constance du temps froid et pluvieux, elle était de 29,7. Dès le 29 au matin, après la journée du 28, qui avait été fort belle, l'oxygène était monté à 33,99; à midi, il était de 35,6, et le soir, de 38,6. Le lendemain 30 au matin, il était de 34,3, quantité moindre que la veille au soir, mais plus grande que la veille au matin; et le même jour 30 au soir, il était de 39,0. La journée suivante fut moins favorable, car l'oxygène était retombé à 33,3; aussi, le soir, n'était-il que de 37,3. Mais, le lendemain 1er avril, l'oxygène était, dès le matin, à 37,4; aussi, le soir, cette quantité était-elle portée à 41,3. Le 2 avril, l'oxygène, dans la nuit, était redescendu à 33,20, mais cependant il a pu s'élever, même dès midi, à 42,4, et le soir, à 45,0. La beauté de la journée m'avait engagé à faire une expérience intermédiaire, et l'on voit que c'était avec raison, puisque l'on pouvait dès ce moment juger, par un temps favorable, ce que serait l'influence de la lumière. Le lendemain 3 au matin, l'oxygène était à 40,0; à midi, 41,6, et le soir, 44,0; le lendemain 4, au lever du soleil, le temps commence à changer, le ciel à se couvrir; le matin, l'oxygène est de 39,8, et le soir, seulement de 39,9. Ainsi, l'oxygénation n'a pas augmenté; mais vers le soir le temps se radoucit, le vent se remet au beau, et le lendemain 5, le temps est admirable de beauté. Dès le matin, l'oxygénation est de 40,0, et le soir, elle est de 53,6; en un seul jour l'oxygénation a fait un pas considérable. Le samedi 6 avril, l'oxygénation était de 33,6 seulement au matin; le soir, elle était 41,4, mais la journée avait été beaucoup moins belle, le temps moins pur que le jour précédent. Les autres journées présentèrent les mêmes résultats. Le 23 mai, après un jour pluvieux, l'oxygène était de 33,8, le temps s'élève, devient superbe à midi, et, dès le soir, il y a 46,0 d'oxygène. Il est donc de toute évidence que la lumière agit ici d'une manière très-puissante pour augmenter la quantité d'oxygène dissous par l'eau.

» Quant à ce qui concerne l'azote, les résultats, ou plutôt le sens des variations est moins facile à apprécier, et cela se conçoit parfaitement. En effet, tout porte à croire que, dans ces phénomènes, c'est sur l'oxygène et l'acide carbonique que les causes mises en activité par la lumière agissent avec plus ou moins d'énergie. L'azote ne joue évidemment qu'un rôle passif, et, le dirai-je, presque d'entraînement mécanique; c'est-à-dire que lorsqu'un gaz, par exemple l'oxygène, dissous en trop grande quantité par l'eau, se dégage et vient rejoindre l'air atmosphérique, ce passage continuel des bulles d'oxygène doit de toute nécessité entraîner de l'azote. De manière que les innombrables petites bulles qui viennent à la surface ne sont pas de l'oxygène pur, mais bien de l'oxygène qui, dans son passage à travers un

liquide tenant de l'azote en dissolution, doit entraîner avec lui de l'azote. Supposons, d'un autre côté, que, sous l'influence de causes particulières, l'oxygène dissous par l'eau vienne à disparaître, enlevé par la combustion d'une substance organique, ou par telle autre cause que l'on voudra imaginer. L'eau, s'appauvrissant d'oxygène, doit nécessairement en enlever par sa surface à l'air atmosphérique qui la touche; cette couche très-mince d'air atmosphérique s'appauvrit à son tour d'oxygène; sans nul doute le remplacement de celui-ci doit s'effectuer avec une excessive rapidité, eu égard aux lois qui président à la pénétration des gaz. Mais cependant on peut concevoir que l'eau, dans un instant très-court, ayant au-dessus d'elle une atmosphère moins riche en oxygène, ou, ce qui revient au même, plus riche proportionnellement en azote, doit aussitôt dissoudre une plus grande quantité de ce gaz. On peut, je le sais, faire théoriquement des objections à cette manière d'expliquer l'accroissement de la quantité d'azote. Toujours est-il que l'on ne peut admettre, pour l'azote, que le rôle passif.

» En consultant mes expériences, eu égard à la quantité de l'azote, on ne peut certainement rien apercevoir de clair et de précis; la vive agitation de l'eau, les limites numériques assez rapprochées dans lesquelles ces phénomènes se passent, ne permettent pas de lire nettement la marche suivie par la variation de l'azote; mais heureusement que nous avons, pour nous éclairer, des ressources précieuses et des expériences bien intéressantes par les confirmations qu'elles viennent donner aux belles expériences de Saussure, Sennebier, de Candolle, etc., sur l'action de la lumière dans le développement et la manière d'agir des parties vertes des végétaux.

» La mer, au moment des fortes marées d'équinoxe, offre, à Saint-Malo surtout, où la variation du niveau de l'eau est si considérable, un moyen d'expérience très-remarquable, et je suis véritablement surpris qu'on n'ait pas encore songé à l'employer. A l'époque des grandes marées, la mer est, à Saint-Malo, à son plein vers six heures du matin, et, commençant alors à descendre, ce qu'elle fait, dans ces époques, avec rapidité, elle laisse, sur les cavités des rochers, cavités quelquefois fort grandes, des quantités d'eau variables. Dans ces flaques de rochers, où l'eau séjourne habituellement, se développe une belle végétation d'algues marines. La mer vient deux fois en vingt-quatre heures balayer, nettoyer ces flaques, en y renouvelant, de la manière la plus complète, l'eau qui s'y trouve, et en y laissant à sa place une eau parfaitement belle et pure, dont l'oxygénation peut être parfaitement connue. Ces cavités, ou plutôt, car ce nom leur convient mieux, ces flaques sont libres et abordables vers sept ou huit heures; l'eau qui s'y trouve

ne communique plus avec la mer, et est séparément soumise à l'influence combinée de la lumière et de la végétation sous-marine. Celle-ci n'est pas en souffrance dans le changement d'eau qui s'opère, *si le temps a été beau et la mer calme;* car les vagues qui accompagnent le flux ne sont pas assez fortes pour briser et déchirer même les plus fragiles des algues qui se développent dans ces flaques. Il en serait tout autrement par un vent très-vif et une mer agitée. On peut donc, de deux à trois heures, et avant que la mer ne vienne de nouveau envahir ces flaques, prendre de l'eau et l'étudier avec soin, ainsi que les gaz qu'elle peut dissoudre. Ensuite la mer vient séjourner sur ces flaques jusque vers le soir sept à huit heures. La mer, en se retirant, laisse de l'eau pure et oxygénée, comme celle que je soumettais à mes analyses. La nuit, et avec elle l'obscurité, couvrait ces flaques jusqu'au retour de la mer vers trois à quatre heures du matin. Si, à ce moment, on puise encore de l'eau, on peut l'étudier avec les gaz qu'elle contient, et voir avec une extrême netteté l'effet produit soit par la lumière solaire, soit par l'obscurité sur les gaz que l'eau peut dissoudre. On se trouve ainsi dans les circonstances les plus heureuses pour étudier et vérifier les faits observés et décrits par de Saussure, Sennebier, de Candolle, etc.

» Le 2 avril, à trois heures du matin, j'ai donc été recueillir de l'eau dans une de ces flaques bien choisie; j'ai fait la même chose à deux heures et demie après midi, puis j'ai recommencé le 3 avril les mêmes expériences, et elles ont été d'un effet tellement net et décidé, que je me suis borné à ces deux séries d'expériences que je place ici sous les yeux.

EAU DES FLAQUES le 2 avril à trois heures du matin, avant l'action solaire.		EAU DES FLAQUES le 2 avril à trois heures du soir, après l'action solaire.		EAU DES FLAQUES le 3 avril à trois heures du matin, avant l'action solaire.		EAU DES FLAQUES le 3 avril à trois heures du soir, après l'action solaire.	
TOTAL du gaz.	Composition.	TOTAL du gaz.	Composition.	TOTAL du gaz.	Composition.	TOTAL du gaz.	Composition.
132,20	$\ddot{C}$ 43,62	145,00	$\ddot{C}$ 11,60	132,90	$\ddot{C}$ 42,53	144,90	$\ddot{C}$ 11,59
	O 21,25		O 76,04		O 20,78		O 74,65
	Az 67,32		Az 57,36		Az 69,59		Az 58,66
	132,20		145,00		132,90		144,90

» Ces expériences consécutives, favorisées par le temps le plus convenable, confirment ce qui a été dit pour le volume total du gaz et l'oxygène qui s'y trouve; mais, de plus, elles sont, relativement à l'azote, très-concluantes. Il est bien évident ici que, si l'on considère ce qui s'opère depuis le matin jusqu'à 3 heures, c'est-à-dire sous l'influence solaire, on voit l'oxygène se dégager (nous le démontrerons plus loin) sous forme de petites bulles qui sortent en petillant de toutes les parties de l'eau, bien que celle-ci, comme l'expérience le prouve, retienne considérablement de ce gaz; or, il est bien clair que l'oxygène entraîne mécaniquement avec lui le gaz azote dissous. Afin de rendre plus concluante encore cette expérience, j'ajouterai que je l'avais déjà faite sur des eaux douces, non pas riches en algues ou plantes aquatiques, mais parfaitement garnies de monadaires microscopiques de couleur verte, et que les résultats ont été, non pas seulement analogues, mais presque numériquement semblables; on peut donc raisonnablement dire que les faits qui se passent ici sont identiques avec ceux que j'ai signalés dans l'eau douce.

» On ne verra pas sans intérêt la même série d'expériences sur l'eau douce mise en regard des expériences sur l'eau de mer, d'autant mieux que dans le travail que j'ai publié et qui a été inséré dans les Mémoires de l'Académie de Bruxelles, les mêmes nombres, bien écrits dans les *Annales de Chimie et de Physique*, n'ont pas été convenablement disposés dans la publication belge (1); les expériences avaient été faites sur un ballon de même grandeur, avec les mêmes précautions et en suivant les mêmes procédés. Le volume de l'air extrait le matin à 7 heures (un peu trop tard pour la comparaison que j'établis) était de 91,2; il contenait 11,01 pour 100 parties d'acide carbonique; et le gaz restant, privé d'acide carbonique, contenait 28,90 d'oxygène. Le soir, à $4^h\ 30^m$, le gaz extrait, égal à 140,8, contenait 5 pour 100 d'acide carbonique, et le gaz dégagé de cet acide contenait 56 d'oygène. D'après cela, on trouve, en les calculant, les résultats suivants inscrits dans le tableau comparatif suivant :

(1) Je n'ai pu revoir les épreuves.

EAU DU VIVIER à 7 heures du matin, presque avant l'action solaire.		EAU DU VIVIER à 4 heures et demie, après l'action solaire.	
TOTAL du gaz extrait.	Composition.	TOTAL du gaz extrait.	Composition.
91,2	C̈ 10,2 O 23,4 Az 57,6	140,8	C̈ 7,50 O 74,70 Az 58,60
	91,2		140,8

» Dans ce dernier tableau, on voit que la quantité d'azote ne varie pas sensiblement, tandis que dans l'eau de mer cette quantité marche de 57,36 à 65,32. Mais qu'on réfléchisse à ce fait, que, lorsque la nuit arrive pour l'eau du vivier, l'oxygène dissous est en quantité considérable, et l'eau n'est pas renouvelée comme dans le cas de la mer; par conséquent, la quantité d'acide carbonique qui, la nuit, augmente beaucoup, puisqu'elle passe de 5 pour 100 à 21 pour 100, peut se former au moyen même de l'oxygène que l'eau possède en abondance; tandis que, dans l'eau de mer, il ne peut se former d'acide carbonique qu'au moyen d'une absorption et dissolution successive de l'oxygène de l'air atmosphérique par l'eau des flaques, et que là, par l'action des végétaux, il est absorbé et sert à la production de l'acide carbonique. Cette évolution d'oxygène emprunté à l'air atmosphérique rend compte de la variation plus considérable de l'azote, qui est mécaniquement entraîné. Mais, dira-t-on, pour l'eau douce, où la quantité d'oxygène était presque numériquement la même que pour l'eau de mer, il paraît étonnant qu'on ne trouve au matin que 10,2 d'acide carbonique, tandis qu'on en trouve 43,62 dans l'eau de mer. Je répondrai que, dans l'eau douce, il y avait non pas des végétaux, mais presque exclusivement des animalcules ou monadaires microscopiques de couleur verte : *Enchelis monadina virescens subsphærica* (Bory); *Monas pulvisculus hyalina margine virescente* (Muller); *Monas bicolor* (Ehr.); *Chlamidomonas pulvisculus* (Ehr.), etc.; tandis que, dans l'eau de mer, il n'y avait que les végétaux que j'ai fait connaître plus haut. La manière d'agir de ces différents êtres peut donc être très-différente sous le rapport de

l'acide carbonique, sans que j'aie, pour le moment, à le rechercher. J'ai dit que l'oxygène se dégageait de toutes les parties de l'eau de mer, lorsque celle-ci, dans les flaques, était convenablement riche en oxygène. Pour le prouver, il fallait recueillir les bulles microscopiques, mais très-nombreuses, qui arrivaient à la surface. Pour cela, j'ai eu recours au même moyen dont j'avais déjà fait usage pour l'eau douce : au moment où déjà l'oxygénation était très-grande, j'ai enfermé avec précaution, et opérant dans la flaque même, de l'eau dans un ballon de 6 litres que j'ai placé soutenu le col en bas, la partie supérieure de la panse du ballon arrasant la surface de l'eau. J'avais placé au col du ballon un bouchon qui avait deux ou trois ouvertures assez fines pour que les variations de pression se fissent sentir parfaitement dans l'intérieur du ballon, sans que les bulles de gaz qui se dégagent du fond de l'eau pussent entrer par le col dans le ballon. Celui-ci a été placé dans l'eau à midi, et à trois heures nous retirions avec précaution le gaz qui, se dégageant dans l'intérieur du ballon, est venu en occuper la partie supérieure. Le volume du gaz ainsi dégagé est de $21^{c.c.}$, 2, qui, analysé, a donné 2,01 d'acide carbonique, et le reste du gaz contenait 47,80 d'oxygène. Aussi ce gaz, qui est en abondance versé dans l'atmosphère, contient, au lieu de 20,8 d'oxygène, la quantité $47^{c.c.}$, 80. Donc, lorsqu'on voit, sous l'influence solaire, l'eau petiller à la surface et au-dessus des végétaux marins qui se développent dans son sein, on peut assurer que c'est de l'air riche en oxygène qui devient libre.

» Afin de vérifier ce fait d'une manière différente, mais tout aussi directe, j'ai pris un flacon à l'émeri plein d'eau, et je me suis doucement approché d'un vivier au moment où l'air était très-calme; puis, ouvrant le flacon dont la tête était plongée dans l'eau, j'ai doucement vidé l'eau du flacon, de manière à faire entrer dans son intérieur l'air qui touchait la surface de l'eau au moment où je savais que l'oxygénation de l'eau était la plus vive. J'avais choisi une flaque d'eau bien abritée, et un jour où le vent et les mouvements de l'air étaient insensibles. Je n'espérais pas que l'eudiomètre accuserait des différences dans l'air atmosphérique ainsi recueilli; je me trompais : car la moyenne de six expériences a été de 23,67 pour la quantité d'oxygène que cet air contenait, et aucune de ces expériences n'a donné moins de 23. Je puis donc assurer avec une complète certitude que, lorsque l'air est très-calme, il y a à la surface de l'eau, dans les circonstances ci-dessus détaillées, une quantité d'oxygène sensiblement plus grande que celle que contient l'air atmosphérique dans les circonstances normales (20,8).

» Cette série d'expériences sur les flaques d'eau laissées par la mer qui se retire vient jeter un grand jour sur les faits qui précèdent; mais de suite la

première question qui me sera faite sera celle-ci : Avez-vous trouvé dans l'eau de mer des animalcules verts ou rouges assez nombreux pour légitimer votre explication?

» J'ai soumis l'eau de mer sur laquelle j'opérais, à des investigations microscopiques aussi nombreuses que patientes, et je n'ai pas trouvé d'infusoires en quantité suffisante; bien plus, ils y sont très-rares, ce que tous les micrographes savent fort bien; car, pour trouver de ces animalcules en grande quantité, il faut prendre l'eau qui avoisine et touche les plantes marines, de l'eau calme et non soumise, comme celle que j'observais, à de grands mouvements. Ce n'est donc pas en invoquant la présence et l'action des animalcules qu'il me sera permis d'expliquer ces phénomènes, qui, certes, doivent avoir lieu sur une toute autre échelle dans les zones de l'Océan, où les quantités d'infusoires contenus dans l'eau de la mer sont tellement considérables, que non-seulement l'eau en est vivement colorée, mais qu'elle en perd quelquefois une partie de sa liquidité (1). Là, l'oxygénation et la désoxygénation de l'eau doivent marcher d'une manière très-rapide, et l'air atmosphérique qui recouvre ces zones doit contenir des quantités très-variables d'oxygène et d'acide carbonique, suivant le moment où l'analyse viendra l'interroger.

» Dans ces derniers temps, M. Boussingault a eu l'idée de comparer, sous le rapport de l'acide carbonique, et au moyen des nouveaux procédés inventés par lui et M. Dumas, l'air atmosphérique pris dans Paris et pris près de Montmorency. M. Boussingault et son collaborateur, M. Lewy, n'ont pas trouvé de différence bien sensible; il en eût été tout autrement s'ils avaient analysé l'air pris à la surface d'une eau riche en animalcules verts ou rouges, ou en algues, telle, par exemple, que l'eau sur laquelle j'ai expérimenté à Saint-Servan, en choisissant pour des expériences comparatives les moments où les effets produits sont à leur maximum; ou telle encore que l'eau de l'Océan lorsqu'elle est colorée par des animalcules microscopiques.

» Ce que je viens de dire pour l'acide carbonique, je le dirai aussi pour l'oxygène, et là j'ai pour moi les résultats mêmes trouvés par M. Lewy lors de son voyage du Havre à Copenhague. Il est vrai que, si l'on opère sur l'air pris à la surface de la mer en un moment où les circonstances atmosphériques seules, et non la présence d'infusoires, favorisent l'émission d'oxygène, il faudra employer le procédé de MM. Dumas et Boussingault; l'eudiomètre

(1) Voyage de la frégate *la Vénus* en 1839 (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, année 1841).

ne suffira plus, tandis qu'en opérant comme je l'ai fait dans les doubles circonstances favorables dont je viens de parler, et dans lesquelles je me suis placé, l'eudiomètre sera parfaitement suffisant.

» 1°. Les eaux de la mer, sur les côtes de Saint-Malo, et à l'époque de l'hiver et du printemps, dissolvent moins d'air atmosphérique que les eaux douces. Pour celles-ci, la quantité de gaz dissous varie depuis $\frac{1}{30}$ jusqu'à $\frac{1}{25}$, et même $\frac{1}{20}$ de leur volume. Pour l'eau de la mer, la quantité varie de $\frac{1}{45}$ à $\frac{1}{30}$. Aussi, par l'ébullition, les eaux douces abandonnent-elles plutôt que celles de la mer le gaz qu'elles dissolvent.

» 2°. Dans les circonstances normales pour l'eau douce (que ce soit de l'eau distillée parfaitement aérée ou de l'eau limpide d'un fleuve suffisamment rapide), la quantité d'oxygène dissous est de 32 pour 100, celle de l'acide carbonique est plus variable, mais de 2 à 4 pour 100. Pour l'eau de mer dans les mêmes circonstances, et je suppose dans le premier cas comme dans le second un ciel toujours couvert, la quantité d'acide carbonique dissous est habituellement de 9 à 10 pour 100, et la quantité d'oxygène est de 33 pour 100.

» 3°. L'eau de mer, sous l'influence de la lumière solaire et diffuse, même avec une mer agitée, tient une quantité variable, en volume et en composition, des trois gaz suivants : acide carbonique, oxygène et azote. Ces faits sont plus prononcés lorsque la mer est calme.

» 4°. Après une succession de beaux jours, la quantité d'oxygène dissous va croissant. C'est pendant les jours de plus vive lumière qu'elle atteint son maximum.

» 5°. L'oxygène et l'acide carbonique marchent en raison inverse l'un de l'autre; mais les nombres qui représentent ces variations ne sont pas identiques, ou plutôt ne forment pas une somme constante.

» 6°. Les limites entre lesquelles varient les quantités d'oxygène dissous, du jour le plus sombre et le moins convenable au jour le plus propice, sont de 31 à 39 pour 100, si l'on n'examine que la composition de volume égal du gaz extrait dans les deux circonstances; mais comme, par un beau temps, la quantité du gaz extrait augmente beaucoup, on peut dire, et avec plus d'exactitude, que 5 $\frac{1}{2}$ litres d'eau de mer dissolvent, par un temps qui varie du mauvais au beau, ou de la plus faible à la plus forte influence lumineuse, une quantité d'oxygène qui varie entre $29^{c.c.},70$ et $53^{c.c.},60$, limites, comme on le voit, plus éloignées.

» 7°. Sur les flaques, où séjourne l'eau de mer et où se développe une belle

végétation, ces limites sont beaucoup plus éloignées, puisque, exprimées en centimètres cubes, elles sont pour l'oxygène de $20^{c.c.},78$ et $76^{c.c.},04$.

» 8°. L'observation la plus attentive de l'eau de mer libre ne démontre la présence d'animalcules microscopiques qu'en nombre insignifiant.

» 9°. Lorsque l'eau de mer est riche en oxygène dissous, ce gaz est versé dans l'atmosphère.

» 10°. Sur l'eau des flaques, où la végétation est belle, le développement et le dégagement de l'oxygène dans l'air atmosphérique sont assez considérables pour que l'on puisse, au moyen de l'eudiomètre de Volta, en choisissant un air très-calme et des circonstances lumineuses propices, trouver, dans l'air qui avoisine la surface de l'eau, une quantité d'oxygène plus grande que celle qui est habituellement dans l'atmosphère.

» 11°. Les mêmes phénomènes, plus prononcés dans les eaux calmes, doivent se présenter à moindre profondeur que dans les eaux agitées par le vent ou les marées. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur un moteur hydraulique à flotteur oscillant; par* M. A. DE CALIGNY. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Mon travail théorique a déjà été l'objet d'un Rapport favorable à l'Académie des Sciences, le 13 janvier 1840, par une Commission que j'ai eu l'honneur d'inviter à venir voir mes expériences en octobre 1843, et dans laquelle M. Coriolis a été remplacé par M. Lamé.

» Mon appareil était à peu près conforme à la description telle qu'elle est donnée dans le Rapport inséré dans les *Comptes rendus*, t. X, p. 122. L'épure, jointe au Mémoire que je présente aujourd'hui, en fera connaître les dimensions. Il se composait d'un tuyau horizontal, couché sur le fond d'un des bassins de Chaillot, et se relevant verticalement par une de ses extrémités en partie hors de l'eau, dont le sommet supportait une bâche destinée à recevoir l'eau motrice versée par un gros robinet fixé à une grande cuve de jauge. La chute motrice, de $1^{m},26$, était formée par la différence entre le niveau de cette bâche et celui du bassin inférieur. L'eau entrait périodiquement de cette bâche dans le tuyau vertical, au moyen d'une soupape annulaire formée de deux bouts de tuyau concentriques réunis par un fond annulaire. Au milieu de cette soupape, en partie équilibrée par un balancier, passait alternativement un flotteur, qui était périodiquement abandonné à son propre poids, et relevé par une colonne liquide, oscillante dans le tuyau, qui,

en montant, soulevait la soupape faisant alternativement fonction de flotteur. Quand le tuyau, où la vitesse était graduellement accélérée, débitait plus d'eau que l'ouverture de la soupape n'en pouvait fournir, il se présentait un phénomène particulier de succion, qui faisait tomber brusquement l'espèce de colonne manométrique annulaire comprise entre la soupape et le flotteur. Alors la soupape, n'étant plus soutenue de ce côté, retombait sur son siége. La colonne liquide descendait dans le tuyau animée de force vive; elle était suivie par le flotteur, qui agissait en descendant sur la résistance à vaincre, et rencontrait la colonne remontante qui le relevait.

» La résistance industrielle était un mouton alternativement soulevé à une hauteur de $1^{m},62$, au moyen d'une corde passant sur deux poulies. Ce mode d'action étant le plus désavantageux de tous ceux de mon moteur, je n'ai mesuré ainsi directement qu'un effet utile de 60 pour 100, souvent un peu plus, mais j'ai insisté dans le Mémoire sur des mesures d'une autre espèce, qui me permettent de l'évaluer plus approximativement, et j'ai vérifié, séance tenante, que l'appareil fonctionnait avec une chute et une dépense d'eau notablement moindres, quand on considérait un nombre de périodes assez petit pour qu'elles fussent aussi régulières que *si le flotteur avait été guidé*, ce que je m'étais abstenu de faire dans un appareil d'essai, parce que cela aurait considérablement augmenté les frais de l'expérience. Dans ce cas, où l'on serait précisément si la machine était un peu solidement exécutée, je trouve de diverses manières que l'effet utile atteint 0,67 dans cette expérience.

» Il y a encore une remarque essentielle à faire sur l'effet utile : à cause des imperfections de l'exécution, il fallait donner au flotteur une course et une vitesse plus grandes que si la machine avait été plus solidement construite. Cette machine a pour principe de faire naître et éteindre le mouvement du flotteur par degrés insensibles; mais on pense bien que cela n'est pas possible quand on en recueille l'effet au moyen d'un mouton qui se décroche, et laisse alors le flotteur perdre inutilement sa force vive à la fin de sa course, au lieu de l'employer à augmenter cette course, comme il le ferait si la résistance était une pompe, une scie, un soufflet, une grande cisaille, etc., ou tout autre système dans lequel le décrochement alternatif ne serait pas de rigueur. La nécessité de l'accrochement alternatif donne lieu à un inconvénient analogue, en obligeant à faire *sauter le flotteur* plus haut que cela n'est réellement *utile*. Enfin, pour faire mouvoir des outils tels que ceux dont je viens de parler, il n'est pas toujours nécessaire d'employer des renvois de mouvement tels que la corde et les poulies de mon expérience.

» En combinant, au moyen de mesures directes, les diverses circonstan-

ces que je viens d'énumérer, je fais voir que si l'on mesure l'effet utile de mon moteur, non sur *l'outil,* mais sur son point d'application, de même que l'on apprécie l'effet utile d'une roue, non sur *l'outil* qu'elle fait mouvoir, mais sur son arbre, on trouve que cet effet ne peut pas être sensiblement moindre que 0,75 pour un flotteur convenablement guidé.

» Pour ne rien laisser à désirer, j'ai vérifié tout cela au moyen de mesures directes sur les résistances passives de la colonne liquide abandonnée à son libre balancement, quand on ôtait le flotteur, en avertissant d'ailleurs que ces expériences ne pouvaient pas servir à apprécier rigoureusement les coefficients des résistances passives considérées d'une manière plus scientifique, à cause de plusieurs défauts du tuyau. J'ai conclu de cette vérification que si les tuyaux dont je me suis servi, parce qu'on avait bien voulu les mettre à ma disposition, avaient été faits dans le but de construire une machine de ce genre, un plus grand diamètre aurait considérablement augmenté l'effet utile, même en supposant qu'il y eût quelque illusion dans les appréciations secondaires dont je viens de parler, et que cet effet utile aurait dépassé très-sensiblement 0,80 du travail moteur : j'espère qu'il aurait atteint 0,90 environ.

» M. Corot, ancien élève de l'École centrale des Arts et Manufactures, employé dans les eaux de Paris, a bien voulu m'aider dans un grand nombre de ces expériences, que j'ai faites sous les auspices de M. Mary, ingénieur en chef des eaux de cette ville, et j'en ai étudié les détails avec plusieurs ingénieurs mécaniciens distingués.

» En répétant que j'avais choisi la forme la moins dispendieuse pour un premier essai un peu en grand, j'ai cru devoir dire que cette machine, *convenablement exécutée,* pourrait être encore plus simple, et probablement présenter encore moins de pertes de force vive. On la disposerait non-seulement de manière à débiter de bien plus grandes masses d'eau, mais de manière à pouvoir fonctionner plus facilement sous la glace. Enfin, j'ai fait voir que l'on pouvait *supprimer toute espèce de soupape,* et ne conserver dans l'eau d'autre pièce mobile qu'un gros flotteur périodiquement aspiré dans le tuyau, et périodiquement lancé de bas en haut, en quelque sorte comme une bombe oscillante. »

CHIMIE. — *Sur une méthode nouvelle pour l'analyse du sang et sur la constitution chimique des globules sanguins; par* M. L. FIGUIER. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Magendie, Dumas, Pelouze, Regnault.)

« Le principe de ce mode nouveau d'analyse repose sur un fait observé depuis plusieurs années par M. Berzelius. Ce chimiste trouva que si l'on ajoute à du sang défibriné par le battage une solution d'un sel neutre, comme du sulfate de soude, du sel marin ou de l'eau sucrée, on peut retenir sur le filtre la plus grande partie des globules; tandis que, dans les conditions ordinaires, le sang défibriné jeté sur un filtre, traverse le papier avec tous ses globules. Je suis parvenu, après plusieurs tâtonnements, à régulariser ce fait curieux de manière à le rendre applicable à l'analyse rigoureuse du sang. Ainsi, j'ai trouvé qu'en employant une dissolution de sulfate de soude marquant 16 à 18 degrés à l'aréomètre de Baumé, et en prenant 2 volumes de la solution saline pour 1 volume de sang, tous les globules restent à la surface du filtre. Si l'on examine en effet au microscope le liquide qui a traversé le papier, on aperçoit à peine cinq à six globules échappés à l'action du filtre, tandis que la couche restée sur le papier remplit le champ de l'instrument de globules pressés, ne laissant entre eux que fort peu d'intervalle.

» D'après cela, l'analyse se résume dans ces quelques opérations fort simples.

» L'opération du battage donne le poids de la fibrine. Le poids des globules est obtenu en recueillant ceux-ci sur un filtre par l'artifice de la dissolution saline; celui de l'albumine, en coagulant par la chaleur le liquide filtré. Enfin, la proportion de l'eau est déterminée par l'évaporation d'une petite quantité de liquide d'un poids connu.

» On comprend sans peine tous les avantages d'une méthode qui permet d'isoler et de doser directement tous les éléments du sang : ses avantages ressortiront d'ailleurs avec beaucoup d'évidence, si on la met en regard de la méthode universellement suivie aujourd'hui, et que nous devons à M. Dumas. Ce procédé, que nous ne pouvons rapporter ici, exige, comme on le sait, des opérations longues et assez nombreuses. Tel qu'il est cependant, il a suffi à MM. Andral et Gavarret pour enrichir la science des beaux résultats que l'on connaît. Aussi je ne m'arrêterai pas à discuter la valeur réelle des chances légères d'erreurs que cette méthode peut offrir. Les personnes qui se sont imposé cette tâche oubliaient sans doute que l'analyse des matières complexes de l'économie ne peut aspirer à la rigueur de nos analyses minérales.

» Toutefois, en ce qui touche la valeur comparée de ces deux méthodes d'analyse, il suffit, je pense, pour faire ressortir la supériorité de celle dont je propose l'adoption, de dire que par son emploi tous les éléments du sang étant isolés et déterminés par des pesées directes, toute chance d'erreur semble écartée. On me permettra seulement d'ajouter qu'elle offre encore deux avantages particuliers. Le premier, c'est de n'exiger qu'un temps fort court et que des opérations très-simples; le second, et le plus remarquable, c'est de permettre d'opérer sur une quantité de sang très-petite. Ainsi l'on verra que 80 ou 90 grammes de sang sont la quantité la plus convenable pour déterminer le rapport des globules, de l'albumine et de l'eau. Or, comme les maladies dans lesquelles l'étude chimique du sang offre le plus d'intérêt sont précisément celles dans lesquelles les malades sont le moins saignés (phthisie, scorbut, chlorose, affections cancéreuses et dégénérescences organiques), on comprend que cette circonstance offre un assez haut degré d'intérêt.

» La faible quantité de sang exigée par l'analyse permettra donc désormais de pouvoir le soumettre à un examen d'un autre genre, et de rechercher si les altérations chimiques qui s'y produisent sous l'influence des maladies ne se traduiraient pas par l'apparition de substances nouvelles ou bien par une modification de nature survenue dans ses éléments habituels.

» On sait que, par le procédé actuel, cette recherche n'est pas possible, attendu que la totalité du sang de la saignée se trouve consommée par l'analyse.

» Voici maintenant quelques détails nécessaires pour mettre le procédé à exécution.

» Le sang fourni par la saignée est battu à sa sortie de la veine, comme dans le procédé de M. Dumas. La fibrine se sépare et vient adhérer aux petits brins du balai. On passe le liquide à travers un linge fin et serré pour séparer la portion de fibrine qui n'adhère pas au balai. Cette fibrine, lavée dans un courant d'eau, ensuite séchée à l'eau bouillante, est pesée après l'avoir traitée, si on le veut, par l'éther pour enlever un peu de matière grasse.

» En prenant le poids du sang total de la saignée qui a donné cette quantité de fibrine, on a le rapport de la fibrine aux autres éléments du sang.

» On prend ensuite 80 ou 90 grammes seulement de ce sang défibriné, on l'étend avec deux fois son volume d'une dissolution de sulfate de soude marquant 16 à 18 degrés à l'aréomètre de Baumé, et on le jette sur un demi-filtre pesé d'avance et préalablement mouillé avec la dissolution saline. Avec ces précautions, le sérum filtre assez rapidement et avec une couleur jaunâtre.

» On comprend que pour enlever aux globules restés sur le filtre la dissolution de sulfate de soude dont ils sont imprégnés, on ne peut pas laver simplement le filtre, car celle-ci dissoudrait en partie les globules, et la liqueur passerait rouge comme du sang; mais une propriété particulière aux globules permet de surmonter très-heureusement cette difficulté. Quand on les chauffe jusqu'à 90 degrés, les globules se coagulent en entier, et toute la masse se concrète sans céder à l'eau presque aucune matière organique. Il n'y a donc qu'à plonger le filtre dans une capsule contenant de l'eau bouillante. Le sulfate de soude est dissous, et l'eau n'enlève rien aux globules, car la liqueur est presque incolore et ne renferme pas de matière organique appréciable par le tanin ou le sublimé corrosif.

» Pour séparer l'albumine du sérum filtré, il suffit de le porter à l'ébullition dans une capsule. L'albumine se coagule; on la rassemble dans un petit nouet de linge fin; on la lave et on la pèse après l'avoir séchée à l'eau bouillante.

» Enfin, pour déterminer la quantité d'eau contenue dans le sang, on en prend 20 à 25 grammes, que l'on évapore à siccité au bain-marie. Le poids du résidu indique le rapport de l'eau et des éléments solides.

» Les sels solubles de sérum sont représentés par la différence du poids du sang employé, et la somme de l'albumine, de l'eau, de la fibrine et des globules déterminés directement.

» Les observations précédentes ont été faites à l'occasion de quelques recherches sur la constitution chimique des globules sanguins dont je dirai un mot en terminant.

» On sait que les opinions sont partagées sur la nature chimique des globules sanguins. Plusieurs chimistes adoptent l'opinion de M. Berzelius, qui regarde le globule du sang comme une matière chimiquement homogène et représentant l'hématosine ou la matière colorante du sang.

» L'examen microscopique a conduit d'autres observateurs à regarder le globule du sang des mammifères ou des autres animaux vertébrés, comme formé d'un anneau extérieur ou bien d'un noyau central qui diffère par sa composition de la matière colorante elle-même.

» Je crois que l'on peut démontrer dans le globule du sang l'existence de trois matières bien distinctes : 1° la matière colorante ou l'hématosine; 2° l'albumine; 3° une petite quantité de fibrine appartenant sans doute au noyau central admis par quelques physiologistes.

» 1°. Si l'on traite en effet les globules séparés sur un filtre à l'aide de sulfate de soude, par de l'alcool ammoniacal, on dissout très-facilement la matière colorante du sang en laissant un coagulum brun.

» C'est même là un procédé extrêmement facile pour obtenir sans aucune espèce d'altération la matière colorante du sang. L'évaporation de l'alcool fournit une masse d'un beau rouge de bistre offrant tous les caractères que M. Lecanu a signalés dans l'hématosine.

» 2°. Si l'on délaye dans l'eau les globules isolés sur le filtre, on obtient une liqueur rouge de sang qui, filtrée, précipite abondamment par les acides et par l'alcool, et se coagule par l'ébullition (M. Berzelius a déjà indiqué la coagulation des globules par l'action de la chaleur). Comme l'hématosine, dans sa dissolution dans l'alcool ammoniacal, ne se coagule point par la chaleur et n'est point précipitée par l'acide nitrique en excès, il est probable que dans le globule du sang il existe à la fois de l'albumine et de la matière colorante.

» 3°. Les globules du sang, isolés et délayés dans l'eau, laissent déposer, au bout de douze heures une matière rouge qui, lavée par décantation, présente tous les caractères de la fibrine du sang.

» L'expérience est plus longue à exécuter avec les globules du sang humain, en raison de l'extrême petitesse de ses globules; mais le fait se constate promptement aussi avec le sang de grenouille. M. Muller a de plus montré que le sang de grenouille, défibriné et simplement étendu d'eau, laisse précipiter des noyaux semblables blanchissant par les lavages.

» Il est donc probable que les globules du sang contiennent à la fois une petite quantité de fibrine, de l'albumine et de la matière colorante du sang.

» Cette constitution était déjà soupçonnée par quelques micrographes.

» Je dirai en terminant que l'emploi du sulfate de soude ou des dissolutions salines pour isoler ou retenir sur un filtre les matières globulaires en suspension dans les liquides organiques, est susceptible de prendre, je crois, une extension digne d'intérêt et de s'appliquer avec succès sinon à l'analyse quantitative, ce qui n'est pas toujours nécessaire, du moins à la séparation des matières complexes qui constituent les liquides animaux, tels que le lait, le mucus, le chyle, la lymphe. Ainsi le lait, traité comme le sang par le sulfate de soude, laisse sur le filtre toute la matière grasse; et le liquide, après un certain temps, passe, limpide et chargé de caséum susceptible d'être précipité par l'action de l'acide acétique, à l'ébullition. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur une théorie nouvelle des révolutions du globe; par* M. DE BOUCHEPORN.

(Commissaires, MM. Arago, Dufrénoy.)

« L'auteur de cette communication, ayant été amené à appliquer aux grands faits des révolutions du globe deux points de vue nouveaux, sous le rapport

physique et sous le rapport chimique, dont les conséquences non-seulement théoriques, mais géographiques, sont d'une grande précision, désire qu'avant de publier ses idées et leur application, il lui soit permis d'en adresser à l'Académie le premier hommage, en lui communiquant un très-court résumé des principes qui ont fait l'objet de sa longue étude, et de leurs résultats les plus généraux. Cette première Note sera exclusivement consacrée au point de vue physique.

» La régularité géométrique est le trait général le plus frappant de toutes les modifications physiques de la surface du globe, et c'est cependant, sans contredit, leur caractère le moins expliqué. Les chaînes de montagnes s'étendent sur la sphère en d'immenses alignements, qui ne sont autres que des arcs de cercle, représentation de la ligne droite sur la surface d'un corps sphérique. Or personne n'est venu dire encore pourquoi ces protubérances de la terre et leurs ramifications sont ainsi constamment alignées, et non point arrondies ou sinueuses. Chacune de ces chaînes d'autre part est composée, dans son travers, d'une série d'inflexions à axes rectilignes et parallèles; et, il y a peu d'années, l'un des éminents géologues de France, M. Élie de Beaumont, a donné à cette loi du parallélisme une extension bien plus importante encore, en établissant ce grand principe, que tous les mouvements instantanés du sol qui se sont produits entre deux périodes géologiques consécutives ont affecté une direction unique, variable à chacun de ces cataclysmes. Mais, ces faits admis, nul encore n'est venu montrer en vertu de quelle loi naturelle ce caractère géométrique du parallélisme s'ajoute à celui de la disposition rectiligne pour former du phénomène de l'élévation des chaînes de montagnes, un des plus remarquablement et des plus largement réguliers que l'étude de la terre nous présente.

» Les mêmes propriétés de l'alignement et du parallélisme ont été reconnues depuis plus longtemps encore dans les grandes fractures planes qui se rencontrent à chaque pas au travers des terrains, et qui, changeant aussi de direction à chaque âge géologique, divisent ainsi en fragments réguliers toute l'enveloppe terrestre. La raison de ces lois régulières est tout aussi inconnue pour les fractures ou les filons que pour les montagnes.

» L'application d'une idée nouvelle, ou plutôt l'extension d'une idée anciennement émise par un célèbre astronome, nous a donné le moyen, non-seulement de satisfaire à toutes ces questions, mais de parvenir en outre à des résultats géographiques et chronologiques singulièrement précis sur la formation des continents et des montagnes du globe, et sur les principaux faits climatériques de l'histoire de la terre, sujet demeuré si obscur malgré les tra-

vaux de Cuvier et d'autres grands naturalistes, et peut-être devenu plus obscur encore en raison même des résultats si remarquables de ces travaux.

» Il y a déjà près de deux siècles, Halley, pour expliquer les mouvements de la mer qui, suivant les idées des anciens géologues, avaient porté les coquilles marines jusqu'au sommet des montagnes, imagina que la vitesse de la terre avait été brusquement modifiée par le choc d'une ou même de plusieurs comètes; mais les conséquences géologiques de cette idée, demeurée si vague depuis lors, ne sont aujourd'hui nullement admissibles, puisqu'il est reconnu qu'en général les mouvements qui ont formé les montagnes résident dans le sol lui-même bien plutôt que dans les eaux de la mer.

» Ayant été amené par des considérations, soit climatériques, soit dynamiques, qu'il serait beaucoup trop long d'indiquer ici, à reprendre l'hypothèse de Halley, avec cette condition que chacun des chocs ait dû produire un déplacement considérable des pôles et de l'axe de rotation de la terre, j'ai reconnu qu'en modifiant la portée de cette hypothèse, et en tenant compte d'une condition oubliée par tous les géomètres qui se sont occupés de cette question des chocs, elle conduisait, outre ses conséquences climatériques, à l'explication la plus claire et la plus complète de toutes les circonstances physiques des révolutions du globe, savoir, d'une part, l'élévation linéaire des chaînes de montagnes; de l'autre, les dislocations par fractures planes et alignées.

» Cette condition oubliée est celle de la fluidité intérieure du globe terrestre, ou du moins celle de l'existence d'une partie fluide entre le noyau central solidifié par écrasement, et la pellicule extérieure solidifiée par le refroidissement. Ce résultat dérive immédiatement en effet des observations modernes sur l'accroissement de la température dans les profondeurs, et des recherches analytiques les plus récentes sur l'immense lenteur du mouvement calorifique dans l'intérieur d'un corps comme la terre, primitivement fluide. La viscosité des liquides métalliques et la compression due à la gravité même peuvent être regardées d'ailleurs comme des raisons suffisantes pour détruire l'objection des marées qui avait été avancée contre ce principe de la fluidité intérieure.

» Or maintenant les conséquences de ce principe sont de la plus haute importance dans la question d'un changement de rotation de la terre. Indépendamment de ce qu'il forme la condition nécessaire pour l'équilibre d'une rotation nouvelle, on voit facilement qu'il ne laisse plus au mouvement des eaux superficielles, considéré par Halley et depuis par Laplace, comme l'unique résultat physique du phénomène, qu'une portée très-secondaire, à cause du

parallélisme approximatif des deux surfaces fluides : au contraire, la pellicule solide en recouvrement sur le fluide intérieur subira dans cette révolution les mouvements les plus remarquables, origine réelle, selon nous, de ses fractures et de ses montagnes.

» L'enveloppe solide, en effet, dépourvue de la mobilité moléculaire, subira l'influence des mouvements intérieurs : d'une part, elle sera brisée par l'expansion du fluide vers le nouvel équateur; d'autre part, devenue trop étendue aux nouveaux pôles et demeurée là sans appui, elle subira la réaction centripète due à son propre poids, ainsi que celle qui est produite par le frottement du liquide affluent vers l'équateur. Du premier de ces effets résulteront les ruptures planes; du second les montagnes, et il n'est pas difficile de voir que tous ces accidents seront *parallèles* entre eux et au nouveau mouvement de la terre.

» Quant aux fractures, en effet, comme les forces qui les déterminent s'exercent uniquement dans des plans perpendiculaires à l'axe de rotation et suivant la nouvelle loi des latitudes, il est évident qu'elles seront toutes parallèles au nouveau plan équatorial; ce qui, pour le dire en passant, explique bien la forte inclinaison de quelques-unes d'entre elles sur la verticale. Leur disposition locale et par groupes, la formation des failles et des vallées, tiennent d'ailleurs à un point de théorie tout particulier, qui fournit l'application *numérique* la plus frappante aux faits d'observation.

» Quant aux montagnes, qui sont produites par la réaction du poids de l'enveloppe solide devenue trop étendue vers les pôles, leur loi de formation dérive de considérations plus délicates. La pesanteur du revêtement solide, et le frottement du liquide affluent vers l'équateur, sont des forces relativement peu considérables, si on les compare à l'expansion centrifuge du liquide intérieur, sur laquelle se concentre toute la puissance des masses : ces forces centripètes seront donc décomposées, elles céderont une de leurs composantes au mouvement dominant, parallèle à l'équateur, et il ne leur restera plus comme force effective que la seconde composante de la pesanteur, qui agira tangentiellement au méridien, puisque les anneaux solides ne peuvent quitter la surface du fluide intérieur. Or, une circonstance extrêmement remarquable de cette décomposition, c'est que, quel que soit le sens relatif de la translation du fluide parallèlement à l'équateur, la composante de la pesanteur tangentielle au méridien demeurera partout *dirigée vers le cercle équatorial*. Le poids de toute l'enveloppe solide se trouvera donc transformé ainsi en une série de forces horizontales dirigées dans chaque hémisphère des pôles vers l'équateur, et qui doivent par conséquent produire vers cet équa-

teur un refoulement général, dont l'effet est d'y ramener les portions excédantes du revêtement solide par une série d'ondulations absolument analogues aux inflexions des terrains dans nos montagnes. Comme conséquence, ces ondulations montagneuses vont être soumises à deux grandes lois.

» I. De l'égale direction des forces pour tous les points situés à même latitude, il résulte d'abord que les ondulations seront partout *alignées, parallèles entre elles et au nouveau mouvement de la terre*.

» II. En second lieu, la concentration de toutes les forces vers l'équateur doit y rassembler les plus grands ridements, et produire ainsi à chacun des chocs *une ligne montagneuse principale, occupant le contour d'un grand cercle de la sphère* : résultat inappréciable qui doit nous donner le moyen de retrouver la trace des équateurs successifs de la terre, si en effet sa rotation a varié à diverses reprises.

» Convaincu par les changements brusques et permanents dans les espèces animales et dans la végétation, qu'à chacune des grandes époques géologiques devait correspondre une de ces révolutions extraordinaires, j'ai recherché en effet la trace de ces équateurs par les lignes circulaires de montagnes et par la forme concordante des continents; mais je l'ai fait géologiquement et non point d'une manière purement empirique, c'est-à-dire que j'ai cherché, par l'étude des directions, à mettre en rapport l'âge de ces équateurs avec celui des soulèvements linéaires qui ont marqué dans nos contrées l'interruption de chacune des époques distinctes que les géologues y ont reconnues; étude où les belles observations de M. Élie de Beaumont ont dû nous servir de base, mais où nous avons dû toutefois introduire aussi des modifications qui nous sont propres. Le résultat de cette longue et sérieuse recherche a été d'une précision inespérée : les lignes montagneuses circulaires que l'on peut ainsi déterminer embrassent en effet toutes les chaînes de la terre, toutes les délimitations continentales ; et de plus elles sont précisément égales en nombre avec les époques géologiques, en direction avec les soulèvements qui les caractérisent : l'étude géologique, en un mot, n'indique ici rien de plus ni rien de moins que l'étude géographique. C'est ce qu'il est facile de voir sur la carte que je mets sous les yeux de l'Académie, et où sont tracés ces différents cercles, ainsi que par le tableau qui l'accompagne, et qui présente le nom (emprunté aux chaînes principales), l'âge et les divers éléments d'inclinaison et de direction de ces équateurs successifs.

» Leur ordre chronologique, indiqué déjà par les directions, reçoit en outre une vérification imposante par l'application d'un théorème particulier, qui consiste en ce que les ridements montagneux sur un équateur donné,

doivent se concentrer spécialement aux deux parties intermédiaires entre ses points de jonction avec l'équateur précédent; avec des modifications particulières, toutefois, selon l'angle que forment leurs deux plans, c'est-à-dire selon les variations de la vitesse de rotation, variations dont le sens peut être d'ailleurs presque toujours constaté; de plus, par une sorte de paradoxe assez remarquable, c'est aux ralentissements de cette vitesse que doivent correspondre, sur le globe, les chaînes de montagnes les plus élevées et les plus étendues. C'est en partie à cette dernière raison qu'il faut attribuer la faiblesse des indices géographiques qui marquent la trace de notre équateur actuel, car il appartient à une période d'accélération; mais il faut l'attribuer aussi, par la même cause, à l'exhaussement du niveau des mers à l'équateur, qui jette un voile sur la plupart des accidents terrestres de cette région; enfin, une des principales chaînes de notre époque doit se trouver, d'après le théorème dont nous avons parlé, dans la partie encore inconnue du centre de l'Afrique. Quant aux équateurs antérieurs, toutes les vérifications dont nous venons de parler y sont exactement remplies. Ajoutons que les températures successives de chaque époque, dans l'Europe occidentale, températures marquées surtout par la nature de la végétation fossile, concordent bien avec les latitudes successives de nos régions, parmi lesquelles s'en retrouve une absolument égale à celle de nos jours. Le résultat enfin de toutes les comparaisons que ce nouveau point de vue amène, forme une sorte d'histoire géologique complète, dont tous les éléments principaux se vérifient réciproquement, mais dont je ne puis dérouler, dans cet extrait, la moindre partie.

» L'hypothèse des chocs multipliés de la terre par des comètes, bornée ainsi à ses résultats physiques, quelle que soit leur précision, paraîtrait néanmoins d'une hardiesse extrême et peut-être, aux yeux de quelques-uns, d'une exorbitante invraisemblance. Mais elle puise dans la considération des longues durées géologiques non-seulement une vraisemblance satisfaisante, mais en quelque sorte une preuve nouvelle. L'analyse attentive des phénomènes géologiques, en donnant une étendue démesurée aux temps depuis lesquels le mouvement organique s'est développé à la surface du globe, ouvre aux chances de probabilité un champ inexploré encore et des possibilités inconnues. Je crois en effet pouvoir faire admettre, d'après l'épaisseur des dépôts calcaires, produit de l'entassement des coquilles et de l'action végétale; d'après celle des grès et des argiles, produit de l'ensablement fluviatil; d'après la formation des houilles, produit de la carbonisation des végétaux, et d'après d'autres faits encore, que chacune des treize périodes géologiques reconnues n'a pas duré moins d'*un à deux millions d'années*. Or maintenant le calcul

des probabilités, en tenant compte de quelques circonstances du problème qui semblent être passées inaperçues jusqu'ici, m'a montré qu'en supposant seulement dix passages annuels de comètes dans les limites de l'orbe de la terre, c'est-à-dire peut-être l'arrivée au périhélie de six à sept comètes dans de telles conditions, toutes les chances de rencontre de la terre par un de ces astres devaient être atteintes approximativement en trois millions d'années; d'où résulteraient, pour notre hypothèse, toutes les conditions de certitude qui peuvent dériver de cette sorte de calcul.

» Mais les détails de toute cette étude ne peuvent être ici donnés, ils feront partie d'un ouvrage qui dépasse de beaucoup les dimensions ordinaires d'un Mémoire, et que l'auteur se propose bientôt de publier. Il renfermera, outre ces principes généraux et la recherche des équateurs, des considérations particulières sur les oscillations du niveau des mers à chaque variation de vitesse, sur le déplacement des glaces polaires et l'explication du phénomène des blocs erratiques d'après la position exacte de ces pôles à diverses époques; enfin, sur la climatologie de chaque époque, qui a dû varier dans son essence même par l'inclinaison diverse des équateurs sur l'écliptique, inclinaison dont on peut retrouver les limites approximatives et qui est à nos yeux le principe des différences si remarquables et si paradoxales qui existent entre les espèces organiques des divers âges. Nous donnerons ici une mesure de la portée de ce nouveau point de vue, en indiquant par exemple que l'équateur de l'époque si caractéristique du terrain houiller était absolument perpendiculaire à l'écliptique.

» A cet ensemble des faits de la géologie physique, vient concourir et se lier une théorie, nouvelle aussi, des faits chimiques de la surface du globe, comprenant la question des granits, des volcans, des eaux minérales, des filons métallifères et celle de ces vastes échauffements signalés d'une manière intermittente par la transformation des roches; son exposé pourra faire l'objet d'une Note spéciale, si celle-ci n'a déjà point trop fatigué l'attention de l'Académie.

» Enfin, par suite de la précision et de l'opportunité de ces mêmes résultats géologiques, il était impossible de ne point aborder l'application du principe des chocs aux faits généraux de l'astronomie. S'il était démontré pour la terre, il devenait par là même certain pour toutes les planètes, peut-être dans un autre ordre pour le soleil lui-même; et la concordance entre les mouvements des satellites et la rotation planétaire indiquait que le même principe n'était pas étranger à la production même de ces corps. Nous avons dû aborder conjecturalement ces questions, si élevées cependant au-dessus de nos

forces et de l'objet spécial de nos études; tout en y cherchant une précision que les hypothèses les plus accréditées ne nous paraissent point encore fournir, nous ne les avons traitées qu'avec l'extrême défiance et la brièveté que notre insuffisance nous imposait : les savants pourront juger bientôt si nous avons été heureux dans cette recherche, où l'imagination doit avoir encore, quoi que l'on fasse, une si grande part. »

MÉDECINE. — *Observation d'un cas de diabète sucré traité et guéri par l'emploi des alcalis et des sudorifiques; par* MM. **Mialhe** *et* **Contour**.

(Commissaires, MM. Roux, Velpeau, Rayer.)

« M. F. L..., atteint d'une affection diabétique qui durait depuis un an et demi, offrait, il y a deux mois, époque à laquelle il nous fit appeler pour lui donner des soins, les symptômes suivants :

» Prostration et amaigrissement extrêmes, appétit bon, soif des plus intenses, salive rare et acide, défécation difficile, urines très-chargées de sucre (plus de 45 grammes par litre). Les autres fonctions ne présentaient rien de notable, si on en excepte la vue qui était très-sensiblement affaiblie, et les forces viriles qui étaient anéanties depuis près d'un an.

» *Traitement.* — Le traitement a été entièrement basé sur des vues théoriques que l'un de nous a fait connaître dernièrement à l'Académie des Sciences. Ainsi, après avoir mis sans résultat M. L... pendant quinze jours à l'usage du chlorure de sodium, nous avons commencé l'emploi du bicarbonate de soude et de la magnésie calcinée hydratée, et conseillé la flanelle et les bains de vapeur. Notre malade a pris d'abord 4 grammes de bicarbonate de soude par jour, puis 6 grammes, puis 8, puis 10, et enfin en ce moment il en prend 12 grammes toutes les vingt-quatre heures.

» Quant à la magnésie, il n'en a jamais pris plus de 1 gramme par jour, et même actuellement il n'en prend que de temps en temps.

» Ce n'est que depuis un mois seulement qu'il fait usage de la flanelle et des bains de vapeur. Il n'a pris encore que six bains.

» Sous l'influence des alcalis et des sudorifiques, la proportion de sucre rendu par les urines a été de jour en jour décroissante; et aujourd'hui que M. L. se nourrit comme tout le monde, qu'il prend journellement un demi-litre de lait, qu'il mange environ 500 grammes de pain, quelques cerises, etc., aucune particule de sucre ne se montre plus dans ses urines. C'est que, sous l'influence des alcalis, l'assimilation du sucre est redevenue possible, résultat qui avait été prévu et indiqué par l'un de nous comme conséquence de ses recherches. Toutefois les effets du traitement ne se bornent pas là.

» Les forces sont revenues aussi florissantes que jamais, et toutes les fonctions de l'économie, y compris les facultés viriles, s'effectuent comme il convient.

» Reste maintenant à savoir si l'on pourra suspendre l'usage des substances alcalines, sans que les accidents se renouvellent, ou bien s'il faudra en continuer indéfiniment l'usage pour maintenir M. L... dans l'état de bien-être que notre médication lui a donné. »

M. **Ducros** adresse une Note qui fait suite à ses précédentes communications sur le rôle qu'il attribue à l'*électricité* dans certains phénomènes de la *circulation du sang*, et sur les conséquences qu'il tire de ces remarques relativement à la thérapeutique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

PHYSIQUE. — M. **Matthiessen** présente un Mémoire intitulé : *Mémoire sur le spectre solaire optique; sur le lentiprisme perfectionné; sur l'absorption du nouveau violet extrême par diverses matières; sur la composition élémentaire du spectre solaire, et sur la structure de l'œil.*

« Je présente, dit l'auteur, des dessins du spectre solaire, vu par mon lentiprisme perfectionné, lequel s'étend au delà du rouge extrême du spectre de Fraunhofer, et y ajoute une étendue violette, égale aux trois quarts de tout le spectre optique préalablement connu : cette nouvelle partie violette du spectre est couverte d'un grand nombre de raies obscures, pour la plupart remarquables par leur disposition régulière en groupes. »

Non-seulement les instruments de M. Matthiessen augmentent l'étendue du spectre au delà des impressions photogéniques, obtenues jusqu'ici sur les matières chimiquement sensibles, mais ils montrent encore des groupes de raies distinctes là où la plaque iodurée ne produit que des bandes foncées et confuses.

En attendant le Rapport des Commissaires, nous nous bornerons à ajouter que l'auteur a déposé sur le bureau du Président des appareils nombreux destinés à la vérification des expériences.

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Babinet.)

M. **Coppa** soumet au jugement de l'Académie un *hygromètre* de son invention, dans lequel le corps hygrométrique est la semence d'un géranium. Cet instrument lui paraît, d'après les essais auxquels il l'a soumis, être moins

exposé à se déranger que ceux dont on faisait généralement usage; il le regarde ainsi comme pouvant être utile à diverses industries manufacturières et rurales dans lesquelles il serait très-avantageux de pouvoir apprécier le degré d'humidité de l'air (dans les éducations de vers à soie, par exemple), et où l'on a renoncé cependant à faire usage de l'hygromètre, par suite de la difficulté que l'on rencontrait à le maintenir dans un état où il donnât des indications fidèles.

(Commissaires, MM. Pouillet, Babinet, Despretz.)

M. Martin présente un *bras artificiel* dans lequel les doigts sont ouverts et fermés au moyen d'un mécanisme très-peu compliqué, mis en jeu par le mouvement du court moignon que présente l'avant-bras chez la personne pour laquelle cet appareil a été construit.

(Renvoi à la Commission nommée pour l'examen du bras artificiel présenté par M. Van Peterssen.)

M. Lewesky prie l'Académie de vouloir bien lui désigner des Commissaires à l'examen desquels il soumettra un nouveau *moteur à air comprimé,* applicable principalement à la navigation et aux chemins de fer.

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert.)

M. Dufrénoy est désigné pour remplacer feu M. Coriolis dans la Commission chargée de faire un Rapport sur le *système de barrage mobile* et sur *l'écluse à grande ouverture* que M. Thenard, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a soumis au jugement de l'Académie.

M. Parola adresse une Note qui fait suite à son *Mémoire sur l'ergot des graminées.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre adresse pour la Bibliothèque de l'Institut un exemplaire du *Tableau de la situation des établissements français en Algérie, en* 1842 *et* 1843. (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce adresse le LI[e] volume des *Brevets d'invention expirés.*

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur la distribution de la température dans les couches terrestres faites au puits de Monte-Massi.* (Extrait d'une Lettre de M. MATTEUCCI à M. *Arago*.)

« Je me félicite de pouvoir vous donner des renseignements plus exacts et plus étendus sur les températures du puits de Monte-Massi, dont je vous ai parlé dans une autre Lettre. Le creusement de ce puits a été continué pendant toute l'année. Le 14 juin dernier, j'ai fait descendre dans ce puits M. Sbragia, mon aide, avec deux thermomètres de Bunten, qui avaient été vérifiés d'avance. La descente dans le puits a eu lieu à deux heures après midi; je dois faire observer que le puits était sans ouvriers depuis quinze jours. La hauteur du sol du puits de Monte-Massi est de 53 mètres au-dessus du niveau de la mer. La profondeur du puits est dans ce moment de $435^{m},58$ au-dessous du sol, et, par conséquent, est de $382^{m},58$ au-dessous du niveau de la mer. La température a été prise en introduisant la boule du thermomètre dans un trou fait dans le terrain du puits. Voici les observations :

Température dans le puits à $11^{m},60$ du sol. . .	+ 24° cent.
116^{m}	$26^{\circ},3$
$226^{m},20$.	33°
290^{m}	35°
380^{m}	39°
$435^{m},58$.	41°

» J'ai pris la température de deux sources à peu de distance du puits. Cette température était de 14 degrés centig. pour l'une et de 17 degrés pour l'autre. Je dois ajouter qu'il y a dans ce moment un peu d'humidité dans le fond du puits de Monte-Massi, et que le terrain qu'on creuse est un conglomérat ophiolitique. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Effet des engrais ammoniacaux sur la végétation.* (Extrait d'une Lettre de M. SCHATTENMANN à M. *Dumas*.)

« En expérimentant les moyens pratiques les plus simples et les plus économiques pour saturer le carbonate d'ammoniaque des matières fécales, j'ai reconnu que le sulfate de fer mérite la préférence. Ce sel, en petits cristaux de qualité inférieure, ne vaut que 8 à 10 francs le quintal métrique, et il est plus facile à transporter et à manier que les acides qui peuvent donner lieu

à des accidents entre des mains inexpérimentées. Mais le sulfate de fer offre un autre avantage remarquable qui doit déterminer la préférence de son emploi.

» Les exhalaisons nuisibles et incommodes que répandent les matières fécales, proviennent principalement de la volatilisation du carbonate d'ammoniaque et du gaz hydrogène sulfuré, qui fait même souvent des victimes en asphyxiant des vidangeurs de fosses d'aisance. En versant une dissolution de sulfate de fer dans les matières fécales, il y a immédiatement double décomposition: l'acide sulfurique du sulfate de fer se combine avec l'ammoniaque et le convertit en sel fixe; le fer se combine avec le soufre, et forme du sulfure de fer. Les émanations de vapeurs ammoniacales et de gaz hydrogène sulfuré disparaissent immédiatement, et les matières fécales ne conservent plus qu'une faible odeur qui leur est propre et celle des matières végétales qu'elles contiennent en petite quantité; mais cette odeur n'incommode pas et n'a rien de répugnant. Lorsqu'il y a dans les matières fécales assez de liquide, les excréments solides se dissolvent en grande partie, et ce qui en reste se précipite au fond et forme un marc noirâtre. La partie liquide est également noirâtre et se clarifie en la laissant reposer.

» J'ai obtenu ce résultat en traitant de la manière susdite les matières fécales de la fosse d'aisance de ma maison. J'ai employé le liquide de 2 degrés de force à des arrosages dans mon jardin, et le marc, peu volumineux, qui est restée comme résidu, a été employée sur les plates-bandes comme fumier, sans qu'il en résultât la moindre incommodité.

» Les matières fécales saturées avec une dissolution de sulfate de fer peuvent être enlevées de jour aussi bien que le fumier, sans incommoder personne. Leur transport dans des tonneaux et leur dépôt peuvent ainsi avoir lieu aussi aisément que ceux du fumier. Comme les matières fécales sont un engrais très-riche, elles pourront être transportées à de plus grandes distances que le fumier, et il sera facile de les étendre d'eau, au lieu de leur destination, pour en régler la force à 2 degrés, et pour en former un engrais liquide excellent.

» Les habitants de Paris souffrent beaucoup de l'évacuation des matières fécales et de leur dépôt à Montfaucon, qui infecte plusieurs quartiers. Il sera facile de mettre un terme à ce fléau, en saturant les matières fécales des fosses d'aisance avant leur enlèvement avec une dissolution de sulfate de fer. Cette mesure devrait être ordonnée par l'autorité dans l'intérêt de la salubrité publique; elle est encore commandée par celui de l'agriculture, afin de conserver à un engrais puissant toute sa force. En desséchant les matières fé-

cales sans les saturer préalablement, le carbonate d'ammoniaque se volatilise, et l'on sacrifie ainsi l'élément le plus énergique de cet engrais.

» La plus grande partie des excréments humains se perdent aujourd'hui, parce qu'on ne les recueille pas avec soin, qu'on ne les traite pas convenablement, et qu'enfin, dans leur état naturel, il y a une répugnance générale à les manier. Leur importance pour l'agriculture est cependant immense. On peut évaluer les excréments solides et liquides d'un homme, par jour, à $\frac{3}{4}$ de kilogramme, soit à 281 kilogrammes par an, contenant 3 pour 100 d'azote; soit $8^{\text{kil}},43$, quantité suffisante, suivant M. Boussingault, pour produire 400 kilogrammes de froment, de seigle ou d'avoine. En utilisant ainsi tous les excréments humains, l'agriculture pourrait se passer, sinon en totalité, du moins en grande partie, du fumier des bestiaux. Ce résultat serait fort important, la production serait considérablement augmentée, les combinaisons de l'agriculture deviendraient libres pour les assolements et le nombre de bétail généralement insuffisant aujourd'hui pour produire le fumier nécessaire à la fertilisation des diverses cultures.

» Les bornes d'une Lettre ne me permettent pas de m'étendre davantage sur ce sujet; mais je ne veux pas la terminer sans vous dire que les parties de prés que j'ai arrosées l'année dernière avec 2 litres par mètre carré d'une dissolution de sels ammoniacaux de 1 degré, présentent encore cette année la même végétation vigoureuse et qu'elles donneront au moins une récolte double en foin de celles des parties non arrosées des mêmes prés. Ce résultat favorable dépasse mon espérance, car je ne pensais pas que l'action d'une petite quantité d'ammoniaque pût s'étendre à plusieurs années. Je ne doute plus aujourd'hui qu'elle ne se fasse sentir pendant trois années au moins. Les sels ammoniacaux du commerce pourront ainsi venir en aide aux contrées qui ne produisent pas assez de fumier. Car, en admettant que 400 kilogrammes de ce sel à 60 francs le quintal métrique, faisant 240 francs, fertilisent la culture d'un hectare pendant trois années, la dépense annuelle ne serait plus que de 80 francs, qu'une production plus abondante couvrirait avec usure. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les ossements humains trouvés par* M. F. Robert *dans les environs d'Alais*. (Extrait d'une Lettre de M. **Marcel de Serres** à M. *Arago*.)

« Les détails que M. Félix Robert, du Puy (Haute-Loire), vient de publier sur la découverte d'ossements humains qu'il a rencontrés dans les envi-

rons d'Alais (Gard), au milieu des déblais du chemin de fer, m'obligent d'en entretenir l'Académie plus tôt que je ne l'aurais désiré. Je le dois d'autant plus, que mon témoignage et celui de la Faculté des Sciences à laquelle j'ai l'honneur d'appartenir ont été invoqués.

» Il y a peu de temps que M. Robert, passant à Montpellier, me montra un fragment de maxillaire supérieur et un second de la mâchoire inférieure, qu'il me dit avoir trouvés à quelques pas de distance de l'embarcadère du chemin de fer d'Alais. J'eus d'abord quelques doutes sur leur détermination, ces débris osseux se trouvant empâtés dans des marnes d'eau douce tertiaire. Je balançais donc entre le singe et l'homme, par suite d'un accident arrivé à l'une des dents molaires. Elle se trouvait, en effet, éraillée et taillée en biseau, ce qui la faisait ressembler à une canine d'un quadrumane. Ayant toutefois été autorisé à la dégager, mes doutes furent bientôt dissipés, et je reconnus, d'après l'ensemble de ses caractères, qu'elle appartenait à l'espèce humaine. Cette détermination fut confirmée par l'examen que je pus faire du second fragment. Celui-ci se composait d'une partie du maxillaire inférieur, sur lequel deux molaires se trouvaient encore : l'avant-dernière et la dernière du côté gauche. Auprès de cet os existait la base de l'apophyse coronoïde.

» Comme je dois ces débris osseux à l'obligeance de M. Félix Robert, je m'empresserai de les mettre sous les yeux de l'Académie, si quelques-uns de ses membres désirent les examiner.

» La présence d'ossements et des dents qui ont appartenu à l'espèce humaine, dans des marnes d'eau douce tertiaires, me paraît donc incontestable. Mais ces restes organiques sont-ils contemporains du dépôt de ces marnes? Nous avouerons que nous n'oserions le supposer, et que l'inverse nous semble plus probable.

» En effet, ces ossements sont moins altérés que ceux que l'on découvre dans plusieurs tombeaux romains. Ils contiennent une si grande quantité de matière animale, qu'il suffit de les exposer à la flamme d'une bougie pour les voir noircir subitement. Calcinés dans un tube ouvert, ils dégagent en abondance des vapeurs ammoniacales, exhalent une forte odeur empyreumatique, vapeurs qui ramènent au bleu le papier de tournesol rougi par les acides.

» Les maxillaires d'Alais ne diffèrent pas, sous le rapport de la matière animale qu'ils renferment, des os frais. Ils ne peuvent être confondus avec les os humatiles, qui, pour la plupart, happent fortement à la langue, et encore moins avec les débris organiques fossiles, c'est-à-dire à ceux qui

sont ensevelis au milieu des couches tertiaires, secondaires ou de transition.

» Étudions maintenant les circonstances du gisement de ces os humains. Nous aurons l'honneur de faire remarquer à l'Académie qu'il n'est pas possible d'être fixé à cet égard, puisque ces os n'ont pas été rencontrés en place, mais seulement au milieu des déblais extraits des terrains tertiaires d'eau douce de l'étage moyen (*miocène*). Les marnes ossifères provenaient en effet des exploitations auxquelles on s'est livré pour le confectionnement du chemin de fer de Nîmes à Alais.

» Nous ignorons donc si la tête à laquelle avaient appartenu les deux maxillaires n'avait pas été entraînée dans une fissure par les eaux courantes, et si elle n'avait pas été emportée au milieu des marnes du terrain environnant. On le suppose d'autant plus que, d'après ce que m'en a dit M. Robert, ce qu'il a du reste répété dans la Note insérée dans le *Courrier du Velay* (samedi 1er juin 1844), la tête existait à peu près entière au milieu des déblais. Cette supposition est d'autant plus probable, que M. Robert, qui est retourné sur les lieux, n'y a plus rien rencontré, ainsi qu'il l'observe lui-même dans sa Lettre.

» Je me suis adressé à M. Talabot, le principal entrepreneur des chemins de fer du Midi, ainsi qu'à l'ingénieur des mines d'Alais, pour avoir de nouveaux renseignements à cet égard; mais ils ne paraissent pas avoir été plus heureux que ne l'a été en dernier lieu M. Robert. C'est donc, jusqu'à présent, une seule tête qui a été rencontrée dans les marnes d'eau douce, probablement remaniées, du gisement desquelles on ignore les circonstances.

» Il serait peut-être téméraire de regarder ces débris, incontestablement humains, comme de la même époque que les dépôts de sédiment dans lesquels ils ont été rencontrés. Ils nous paraissent plus récents que les ossements humains des cavernes à ossements du midi de la France, tels que ceux des cavernes de Bize, près de Narbonne. Ils appartiendraient donc à l'époque historique, quoiqu'ils aient été découverts au milieu des terrains géologiques.

» Les ingénieurs d'Alais, dont l'attention avait été éveillée par ces observations, se sont assurés que les ossements humains avaient été recueillis au milieu des déblais extraits au nord de la maison d'habitation de M. de Pèlerin, à la profondeur de 2 mètres. Ces déblais provenaient d'une petite tranchée qui se trouvait au bord de la nouvelle route royale.

» Malgré les recherches les plus actives, on n'a plus rien découvert; j'ai, du reste, copié ces renseignements, que je viens de recevoir à l'instant même, laissant aux géologues le soin d'en saisir l'importance pour l'objet qui nous occupe. »

PHOTOGRAPHIE. — *Note sur un procédé de gravure photographique; par* M. H. FIZEAU.

« J'ai eu l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, dans sa séance du 13 février 1843, des dessins photographiques sur papier, obtenus par l'application des procédés de l'impression en taille-douce à une planche daguerrienne, gravée par des agents chimiques sans le concours d'aucun travail d'artiste.

» Dès le mois de juillet 1842, j'avais montré à plusieurs personnes, et déposé dans quelques collections, des épreuves résultant de mes premiers essais.

» Depuis cette époque, j'ai continué à m'occuper de ce sujet avec persévérance, en m'appliquant à compléter, et surtout à régulariser les délicates manipulations du procédé.

» Je soumets aujourd'hui à l'Académie de nouveaux résultats obtenus sur une plus grande échelle, et qui me semblent devoir donner une idée de l'importance et des applications du nouvel art.

» L'image daguerrienne, dont la perfection est évidemment nécessaire à la réussite de la gravure, avait été obtenue chez M. Lerebours; la transformation de cette planche daguerrienne en planche gravée a été effectuée sans aucun travail ni retouche d'artiste, mais par l'application seule du procédé dont je vais décrire les principes en peu de mots; j'espère en soumettre prochainement à l'Académie une description détaillée.

» Le problème consistait, comme on le sait, à traiter les images daguerriennes par un agent qui creusât les parties noires sans altérer les parties blanches du dessin; en d'autres termes, qui attaquât l'argent en présence du mercure sans altérer ce dernier.

» Un acide mixte, composé avec les acides nitrique, nitreux et chlorhydrique (ces deux derniers pouvant être remplacés par du nitrite de potasse et du sel marin), jouit précisément de cette propriété, laquelle appartient également à une dissolution de bichlorure de cuivre, mais d'une manière moins parfaite.

» Lorsqu'on soumet une image daguerrienne, dont la surface est bien pure, à l'action de cet acide, surtout à chaud, les parties blanches ne sont pas altérées, tandis que les parties noires sont attaquées avec formation de chlorure d'argent adhérent, dont la couche insoluble arrête bientôt l'action de l'acide.

» Une dissolution d'ammoniaque, employée alors, entraîne cette couche de chlorure d'argent et permet de soumettre de nouveau la planche à l'action du même acide, qui, agissant encore de la même manière, augmente la profondeur des parties noires.

» En opérant ainsi en plusieurs fois, on parvient à transformer la planche daguerrienne en une planche gravée d'une grande perfection, mais généralement de peu de profondeur; de sorte que les épreuves imprimées sur papier n'ont pas la vigueur convenable.

» A cette première opération il a donc été nécessaire d'en ajouter une seconde qui permît de creuser plus profondément les parties noires de l'image.

» Cette seconde opération consiste à dorer les parties saillantes, ou les blancs de la planche gravée, et à laisser l'argent à nu dans les creux, ce qui permet d'en augmenter la profondeur par l'action d'un simple dissolvant de l'argent.

» Pour obtenir ce résultat, la planche gravée peu profonde dont je viens de parler, est graissée avec une huile siccative, de l'huile de lin, puis essuyée à la manière des imprimeurs en taille-douce; de cette manière, l'huile reste dans les creux seulement, et y forme un vernis qui ne tarde pas à sécher.

» Dorant alors la planche par les procédés électro-chimiques, on voit l'or se déposer sur toute la surface de la planche, excepté dans les parties creuses protégées par le vernis d'huile de lin. Après ce dorage, l'huile de lin est enlevée par de la potasse caustique.

» Il résulte de là que la planche gravée a toutes ses parties saillantes protégées par une couche d'or; ses parties creuses, au contraire, présentant l'argent à nu.

» Il est dès lors facile, en traitant la planche par l'acide nitrique, d'attaquer ces parties creuses seulement, et d'en augmenter ainsi à volonté la profondeur.

» Avant ce traitement par l'acide nitrique, la planche dorée est couverte par ce que les graveurs appellent un grain de résine, ce qui produit, dans le métal attaqué, ces nombreuses inégalités que l'on appelle grain de la gravure.

» Il résulte de ces deux opérations principales que la planche daguerrienne est transformée en une planche gravée tout à fait semblable aux planches gravées à l'aquatinte, et dès lors pouvant, comme elles, fournir par l'impression un nombre considérable d'épreuves.

» Cependant, l'argent étant un métal peu dur, le nombre des épreuves serait encore assez limité si un moyen très-simple ne permettait de soustraire la planche photographique à l'usure déterminée par le travail de l'impression.

» En effet, pour atteindre ce but, il suffit, avant de livrer la planche à l'imprimeur, de cuivrer sa surface par les procédés électro-chimiques; de cette manière, il est évident que la couche de cuivre supporte seule l'usure produite par le travail de l'ouvrier. Lorsque cette couche est altérée d'une manière notable, il est facile, à l'aide d'un acide faible, de la dissoudre en totalité sans altérer l'argent sur lequel elle repose; dès lors la planche peut être cuivrée de nouveau, et se trouve ainsi dans le même état que si elle n'avait pas supporté le travail de l'imprimeur. »

MINÉRALOGIE. — *Observations sur la disposition de certaines cristallisations des géodes; par* M. FOURNET.

« Les géodes des filons présentent ordinairement une réunion de plusieurs espèces de cristaux: les uns sont ceux de la matière même dans laquelle la cavité s'est formée, les autres peuvent appartenir aux autres minerais du filon, ou même leur être étrangers. Les premiers, qui ne doivent évidemment être considérés que comme inhérents à la formation de la géode, sont plus ou moins fondus ou soudés ensemble sur une partie de leur longueur, de manière à constituer une sorte d'écorce, tandis que leur extrémité libre forme des saillies dans le vide central; les seconds sont simplement couchés sur les cristaux précédents, dont ils embellissent ou salissent la surface, et l'on peut jusqu'à un certain point les considérer comme des productions adventives et parasites; les spaths calcaires, les prehnites, les analcimes et les harmotomes recluses dans les boules d'agate en donneront une idée suffisamment nette.

» Dans la plupart des théories, ces derniers cristaux sont considérés comme autant de formations postérieures, à cause de leur gisement sur ceux du corps de la géode; mais la revue suivante des différentes dispositions affectées par ces minerais étrangers va faire voir, de plus, qu'elles peuvent quelquefois guider dans le choix des idées sur le mode de formation des filons.

» Admettons, en première ligne, le cas où ces produits sont disséminés dans tous les sens à la partie inférieure comme à la partie supérieure des géodes; ils sont alors fixés indifféremment sur les pointements ou dans les recoins formés par le groupement des cristaux de l'écorce géodique; ils adhèrent aussi bien à celles de leurs faces qui sont tournées vers le ciel qu'à celles qui

regardent la profondeur; ils peuvent enfin s'étaler sur la totalité de la surface interne en forme d'enduit mince ou en forme de croûte plus ou moins épaisse, et dans ces divers cas d'indifférence de position, l'observateur est parfaitement libre de choisir telle ou telle explication, car rien en général ne motive une décision dans un sens plutôt que dans un autre: ainsi il pourra à volonté supposer que la géode étant une fois formée, un liquide saturé, ou un gaz, a pénétré dans la cavité et en a incrusté les parois; il pourra encore admettre qu'à l'époque de la solidification de la masse, des sécrétions ou des liquations ont amené, dans les soufflures ou dans les cavités de retrait, divers produits qui s'y sont figés suivant l'ordre de leur cristallisabilité. Il est si vrai d'ailleurs qu'il y a, dans ce cas, liberté pleine et entière dans les opinions, que jusqu'à présent, par exemple, les raisons données de part et d'autre relativement au mode de formation des zéolithes n'ont point amené la conviction générale, et que les minéralogistes prudents se maintiennent encore dans un vague complet, faute de renseignements précis sur leur mode de disposition dans les géodes.

» Le second cas est celui où les cristaux surajoutés sont tous adhérents aux faces inférieures des saillies de la géode; les idées à leur égard ont été mieux arrêtées, car on a généralement comparé ces additions à celles que les fumées produisent dans les cheminées lorsqu'elles tapissent d'une couche de suie fuligineuse ou métallique, pulvérulente ou cristalline, la partie des obstacles qui se trouve frappée directement par leur mouvement ascensionnel. On avait d'ailleurs un bel exemple à citer à l'appui de ce mode de formation dans la disposition des cristaux de fer oligiste produits par les sublimations volcaniques; ceux-ci sont en effet accumulés, en forme d'essaim ou de grappes, contre la partie inférieure des pointes pendantes des stalactites de laves, et les partisans de la formation des filons par voie de sublimation peuvent facilement convaincre leurs adversaires, en leur montrant dans les géodes des exemples palpables d'orientation par rapport à un *point du vent* tourné du côté de la profondeur, comme il doit l'être de toute nécessité. Cependant, ayant cherché vainement de telles circonstances dans les nombreux filons de diverse nature qui ont passé sous mes yeux, il me sera permis de conserver provisoirement des doutes sur l'extension générale de la théorie en question, et l'on m'approuvera sans doute d'autant plus, que c'est précisément le résultat inverse que m'a fait observer en 1840 un excellent mineur, M. Daub, directeur des mines du Münsterthal dans la forêt Noire.

» Dans cette nouvelle disposition, qui constitue le troisième et dernier cas, les aspérités des géodes ne sont recouvertes de cristallisations adventives que sur celles des faces qui regardent le ciel, les autres étant parfaitement nettes.

Elles forment sur leurs supports, soit une poudrure, soit un amoncellement, d'autant plus exactement comparables à celui que produirait une chute de neige, qu'il est même accompagné de l'espèce de bourrelet que celle-ci est sujette à former en avant de la bordure des toits, par suite de la manière dont les flocons s'accrochent les uns aux autres. Ce qui est encore digne de remarque, c'est que les cristaux du corps de la géode ont très-souvent reçu deux chutes consécutives de ces neiges minérales, et, pour préciser les faits, il reste à dire que les géodes du filon de Teufelsgrund, dans lequel ce phénomène est surtout manifeste, se composent d'une chaux fluatée en cristaux cubiques dont la dimension des côtés varie entre $0^m,002$ et $0^m,08$; ils forment par conséquent des saillies très-prononcées dans le vide, et comme ils sont placés de telle manière que leur diagonale est verticale, leurs faces supérieures dessinent parfaitement ces toitures auxquelles on a fait allusion tout à l'heure. C'est sur elles que se trouvent les autres substances adventives, telles que la galène, la pyrite mamelonnée, la blende, le spath brunissant, le sulfate de baryte crêté et le réalgar, quelquefois seules ou bien les unes sur les autres; et, dans ce dernier cas, il y a encore un certain ordre dans leur superposition: ainsi la première chute a été barytique, et la seconde pyriteuse, ou en spath brunissant, etc., etc., tandis que l'inverse n'a pas lieu.

» Si de pareilles circonstances étaient venues à la connaissance de M. Werner, il en aurait certainement tiré, en faveur de sa théorie du remplissage des filons à l'aide de dissolutions aqueuses ruisselant d'en haut, un argument bien autrement concluant que celui qu'il déduisait des rubanements, des stalactites et autres accessoires sur lesquels il s'est basé; car enfin qui pourrait, à la vue de ces échantillons, récuser une chute de produits divers incontestablement arrêtés dans leur mouvement descensionnel par les obstacles auxquels ils adhèrent encore maintenant?

» Aussi, loin de nier cette conclusion légitime, je ne contesterai que le mode de formation, et, faisant pour cela abstraction de toutes les objections déjà adressées à la théorie de M. Werner, je me bornerai à puiser, dans la structure générale du filon, les arguments en faveur de la théorie plutonique.

» Ce filon vertical, dirigé sur H3, est connu sur une longueur de plus de 650 mètres; encaissé dans le gneiss, il traverse aussi des bandes de porphyres quartzifères dirigées H9, qui ne font que l'amincir et dévier dans son inclinaison; mais ces roches étant d'ailleurs traversées d'une manière franche et sans aucun changement de nature, il s'ensuit que ces accidents sont de simples effets de cassure, dont le résultat doit être bien différent dans les porphyres tenaces de ce qu'il peut être dans les gneiss plus ou moins compressibles; il

est accompagné en un point par une lentille de serpentine diallogique plaquée entre son éponte et la roche encaissante, en sorte qu'on le regarde comme associé aux éruptions serpentineuses; enfin sa puissance, variable entre $1^m,00$ et $2^m,00$, s'élargit dans la profondeur, tandis qu'elle s'amincit vers le haut et du côté de l'extrémité connue.

» A cette manière d'être générale, ajoutons maintenant les particularités de structure: certaines parties sont rubanées d'une manière remarquable, et, dans ce cas, on peut le considérer comme formé d'une série de bandes qui se répètent, à partir de l'une et l'autre salbande, dans l'ordre suivant :

» 1°. Contre les parois, et souvent intimement soudée avec elles, se trouve une bande de quartz très-mince, quelquefois même insensible, à aspect calcédonieux, et n'acquérant une texture cristalline prononcée qu'autant qu'elle prend une certaine puissance.

» 2°. Ruban de blende de $0^m,05$ à $0^m,08$ de puissance.

» 3°. Lame de baryte sulfatée avec mouchetures très-clair-semées de galène et nœuds, gros rognons ou veinules de spath-fluor fondus avec la masse environnante.

» Ces trois premières parties, quoique distinctes, ne sont cependant pas assez tranchées pour qu'on puisse les considérer comme des formations successives; aussi, dans une théorie de remplissage par intermittences, serait-il permis de les admettre comme contemporaines et comme formant le produit d'une première période.

» 4°. Ruban de spath-fluor avec baryte sulfatée, beaucoup de galène, mais peu de blende; en outre, de l'arsenic, du réalgar, de l'argent natif, de l'argent rouge, de l'antimoine sulfuré capillaire, du calcaire cristallin et du spath brunissant.

» C'est le ruban métallifère par excellence, et les éléments divers en sont entremêlés de telle manière qu'il est impossible de les séparer, quant aux époques de formation.

» 5°. Ruban de baryte sulfatée, et spath-fluor quelquefois infiltrés et veinés l'un dans l'autre; mais ce dernier se concentre principalement vers le centre du filon, et forme le corps des géodes dont il a été fait mention précédemment.

» Pour établir ce qui précède, on a choisi les endroits où le filon se présente avec la régularité la plus parfaite, et, sous ce rapport, il peut rivaliser avec ce que la Saxe présente de plus remarquable en ce genre; aussi rien n'empêcherait de le considérer comme formé par des incrustations successives à la manière des concrétions qui tapissent les parois des grottes. Mais

cette symétrie ne se manifeste qu'en certains points seulement; car ailleurs ces bandes se confondent, s'embrouillent et envoient leurs produits respectifs dans les parties voisines; enfin il arrive qu'elles sont oblitérées de la manière la plus complète. Dans ce cas, le plomb se trouve en contact tantôt avec le fluor, tantôt avec la baryte; plus loin, c'est l'inverse qui a lieu, ou bien les divers minerais s'enveloppent réciproquement; des brèches étrangères sont fixées principalement au mur, indifféremment dans la baryte, dans le quartz, dans les sulfures métalliques; les géodes sont placées tantôt au centre, tantôt vers l'une des parois; enfin les parties productives forment, dans l'ensemble, des colonnes ou des lentilles oblongues, inclinées dans le plan même du filon.

» Faisons observer, en outre, que le Teufelsgrund est croisé par un autre filon de même composition générale, nommé le *schindler*; celui-ci non-seulement le coupe, mais il en courbe, en arcs de cercle tangents, les parties voisines de telle manière, que tout indique que le premier était encore dans un état de mollesse lorsque la masse du schindler est survenue; le gneiss encaissant étant au contraire déjà solide, présente, autour de la bissection, une multitude de petites fractures normales à la courbure, et formant par cela même un contraste avec la flexibilité de la masse métallifère. Enfin la cristallisation du Teufelsgrund a éprouvé quelques perturbations par suite de cette violente intrusion, car le minerai de plomb s'y montre plus condensé et à grains plus fins que dans le reste.

» En dernier résultat, ces détails sommaires sur la structure de ce gite remarquable mettent en évidence une foule de circonstances impossibles à expliquer par les effets successifs de la vaporisation, ou par ceux que l'on devrait attendre des sources incrustantes; mais qui se conçoivent, au contraire, facilement par l'injection d'une matière fondue, douée d'un état de liquidité pâteuse, dont certaines parties ont été étirées par le mouvement, et que les effets de solidification et de cristallisation ont achevé de façonner.

» Mais, dans toute masse complexe qui se solidifie en passant à l'état cristallin, il peut y avoir des contractions et des dilatations, suivant la nature des matériaux : ainsi l'eau, le sulfure d'étain, le bismuth, divers alliages et sels, se dilatent, tandis que d'autres corps se contractent; en outre, les divers matériaux d'une masse hétérogène ne se solidifient pas tous simultanément. Qu'arrive-t-il alors? évidemment, si la contractilité générale est suffisante, il y aura formation de géodes; mais si ce retrait total se complique des dilatations partielles de quelques éléments, et si, de plus, ceux-ci persistent plus longtemps que le reste à l'état de fusion, il y aura expression ou liquation de ces

matières liquides qui se trouveront transportées vers les vides des géodes, et tendront à tomber ou à former des stalactites pendantes; c'est là ce qui est arrivé dans le filon de Teufelsgraud, et l'on peut d'autant mieux se hasarder à soutenir cette théorie que l'ordre successif des chutes est en raison de la fusibilité des minerais; ainsi les premiers dépôts étant barytiques, les autres sont pyriteux, ou arsenicaux, ou en spaths calcaires, et personne ne contestera la plus grande fusibilité de ces derniers corps comparativement à la baryte sulfatée.

» Cet exemple suffira pour faire concevoir combien il importe d'avoir égard au mode de reclusion des différents minéraux des géodes, en sorte qu'il nous dispensera d'entrer dans le détail des circonstances analogues observées dans plusieurs autres gites métallifères. »

CHIMIE. — *Examen de charbons produits par voie ignée à l'époque houillère; par* M. A. DAUBRÉE.

« Le terrain houiller de Sarrebrück renferme dans plusieurs localités, entre autres près d'Altenkirchen, une substance noire et fibreuse qui a la plus grande analogie avec le charbon résultant de la calcination du bois. La ressemblance est souvent telle, qu'on pourrait croire que ces produits carbonisés ont été récemment obtenus, si on les voyait dégagés de leur gangue.

» Les fragments dont il s'agit se rapportent à deux variétés bien distinctes : les uns sont d'un noir pur, à fibres très-fines, et ne diffèrent, dans leurs caractères physiques, du charbon de bois tendre que par une très-grande friabilité; ils sont de forme irrégulière, et ont des angles vifs ou faiblement arrondis. Aucune espèce de transition ne s'observe entre ces charbons friables et la houille ou le schiste qui les enveloppe de toutes parts. M. Schimper, qui a rapporté de ces échantillons d'Altenkirchen, a bien voulu les examiner au microscope, et il y a clairement reconnu sur les fibres ligneuses les séries de pores circulaires caractéristiques de la famille des conifères.

» Il est dans la même localité d'autres débris charbonneux qui sont plus tenaces et beaucoup plus denses que le charbon de bois; leur couleur est d'un noir peu foncé; à part ces différences, ils se rapprochent du charbon végétal ordinaire, comme les échantillons de la première variété, par une structure ligneuse bien prononcée et par la forme anguleuse de leurs contours. Ils sont fortement agglutinés sous forme d'une brèche très-cohérente. Çà et là on observe, outre les fibres, de petits grains de pyrite de fer et des veinules très-déliées de houille à cassure brillante. Dans les échantillons que

j'ai eu occasion de voir, la dimension linéaire de ces fragments ne dépasse pas 3 centimètres.

» Cette variété de charbon lourd, soumise à l'examen chimique, m'a donné les résultats suivants :

» Chauffé dans un tube fermé, il abandonne d'abord une faible quantité d'eau à réaction acide; et, au rouge naissant, des traces à peine sensibles d'une huile brune à odeur empyreumatique. Le résidu de la calcination devient d'un gris plus foncé, et renferme des parties altérables au barreau aimanté, ce qui n'a pas lieu avant la calcination.

» Par incinération, on obtient un résidu rougeâtre dont le volume est de peu inférieur au volume du charbon employé.

» Le charbon ne cède aucune substance soluble à l'eau bouillante, si ce n'est une trace de matière organique.

» L'acide chlorhydrique l'attaque avec un fort dégagement d'acide carbonique, et dissout de la chaux, du protoxyde de fer, du protoxyde de manganèse et de la magnésie. Le résidu est noir foncé, et brûle lentement en laissant des cendres de teinte rose.

» L'échantillon soumis à l'analyse renferme :

Carbone libre	0,21
Chaux	0,17
Magnésie	0,08
Oxyde ferreux	0,10
Oxyde manganeux	0,06
Résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique	0,07
Acide carbonique, plus une faible quantité d'eau et d'huile volatile (par différence)	0,31
	1,00

» Les quatre bases paraissent donc se trouver à l'état de carbonate neutre, et la substance est à considérer comme une matière analogue au charbon de bois qui est mélangée de près de trois fois et demie son poids du carbonate $(\dot{C}a, \dot{M}a, \dot{M}g, \dot{F}e)\ddot{C}$.

» Jusqu'à présent j'ai eu trop peu de charbon de la variété friable pour en faire aussi l'analyse quantitative; j'ai seulement constaté que, chauffé graduellement jusqu'au rouge dans un tube fermé, il abandonne une très-petite quantité d'eau à réaction acide avec accompagnement d'une faible odeur empyreumatique. Le résidu de cette calcination ne change nullement de forme, même après une chaleur rouge; l'ayant soumis au microscope, j'y ai en effet retrouvé tous les détails de leur structure ligneuse, et jusqu'aux pores circu-

laires des fibres qui, malgré leur délicatesse, s'étaient conservés avec une netteté parfaite. Cette dernière variété a donc tous les caractères du charbon de bois artificiel; quand on la chauffe dans un vase ouvert, elle brûle rapidement avec une vive incandescence, tandis que la combustion de la variété salifère est fort lente et n'a lieu qu'avec une incandescence peu prononcée.

» On voit que ces substances n'ont aucune ressemblance avec les produits de la calcination de houilles ou de lignites que la pénétration des roches ignées dans ces couches de combustible y a fréquemment formés. La structure ligneuse n'a, en effet, jamais été observée dans ces sortes de coke naturel.

» Elles ne paraissent pas non plus pouvoir résulter de la décomposition spontanée de certaines tiges végétales très-fibreuses; car si leur origine était une altération analogue à celle qui a transformé les végétaux en houille, au lieu d'avoir la composition du charbon de bois, elles auraient à peu près celle de la houille qui les accompagne. Certains combustibles à structure aciculaire paraissent, il est vrai, être dans ce dernier cas; tel est par exemple le lignite de Lobsann, où l'on rencontre souvent de longues fibres rectilignes très-fragiles, qui proviennent visiblement de l'altération d'une plante voisine des palmiers. Le tissu cellulaire qui entoure les faisceaux fibreux de cette famille de végétaux a disparu à peu près entièrement, de sorte que ces faisceaux sont maintenant bien plus apparents que dans les tiges vivantes. Mais ces masses sont bien différentes des charbons du pays de Sarrebrück : au lieu d'avoir des contours bien arrêtés, elles forment une transition au lignite; les détails de la structure ligneuse ne sont plus reconnaissables dans ces fibres dont la cassure compacte est identique à celle du lignite; elles en ont aussi la composition chimique, de sorte qu'elles ne sont autre chose qu'une variété de *lignite fibreux*.

» Au contraire, les fragments de charbon de Sarrebrück rappellent tout à fait, par leurs contours, la forme des menus débris de charbon végétal, substance qui se brise en général avec bien plus de facilité, et par suite sous une autre forme que le bois. Les pores microscopiques des fibres s'y sont conservés comme il arrive aussi dans certains charbons de bois que l'on obtient journellement, et c'est sans doute parce que ces anciens résidus de carbonisation n'ont pas subi de transformation chimique ultérieure, que les détails les plus délicats de leur structure ont été nettement conservés jusque aujourd'hui. Ainsi, par leurs caractères physiques comme par leur composition,

---

(1) STEININGER, *Geognostische beschreibung des Landes zwischen der Untern-Saar und dem Rhein*; p. 72.

les fragments charbonneux d'Altenkirchen ont la plus grande ressemblance avec du *charbon de bois produit par voie ignée*, tandis qu'ils s'éloignent des houilles et des anthracites par leur faible proportion de matières volatiles et par leur tissu ligneux qui est inaltérable par la chaleur.

» La proportion de cendres varie, dans les deux variétés de charbon, depuis des traces jusque environ 70 pour 100. Il est donc extrêmement probable que les carbonates, bien que très-prédominants dans certains échantillons, ne s'y trouvent qu'à l'état de mélange accidentel. Or, les quatre carbonates sont assez abondants dans la formation houillère de Sarrebrück; le sphérosidérite, sous forme de rognons, y constitue des assises nombreuses, et la chaux carbonatée magnésifère (braunspath) y a été signalée comme fréquente par M. Steininger (1). C'est donc aux eaux ambiantes que ces charbons paraissent avoir enlevé les sels dont ils sont quelquefois imprégnés. La propriété absorbante de la substance qui a pu fixer environ trois fois son poids de sels étrangers, sans changer de forme, confirme dans la supposition qu'elle n'est autre chose que du charbon produit par la chaleur.

» La variété de combustible désignée sous les noms d'*anthracite fibreuse*, de *charbon fossile*, ou, en allemand, de *mineralische holtzkohle* (1), qui a été rencontrée dans les terrains houillers de la Saxe, de la Bohême, de la Silésie, de la Thuringe, de l'Angleterre et des environs de Valenciennes, me paraît, d'après sa description, se rapprocher beaucoup, dans certains cas, des charbons du pays de Sarrebrück, et alors elle a probablement une origine semblable. J'ai aussi trouvé de véritables charbons dans les schistes bitumineux de la houillère de Lalaye (Bas-Rhin).

» Ainsi on a des preuves d'incendies qui auraient carbonisé certains massifs d'arbres des forêts houillères. Il serait difficile de préciser la cause de tels incendies, d'après ce qui se passe de nos jours. On peut l'attribuer soit à l'action de la foudre, qui ne se borne pas toujours à déchirer, mais qui carbonise quelquefois aussi les arbres résineux, soit à des irruptions de roches ignées. »

CHIMIE. — *Note sur la résine Icica; par* M. F. Scribe.

« Cette résine était conservée dans les collections du Muséum du Jardin des Plantes, sous le nom de storax de Cayenne; mais elle n'a ni les caractères ni la composition du baume appelé généralement en France storax ou stirax calamite, qui s'extrait par incisions du *stirax officinale*.

(1) Beudant, *Traité de Minéralogie*, t. II, p. 265.

» L'étude de ce produit m'avait été confiée par M. Dumas, auquel M. Adolphe Brongniart l'avait remis; les analyses que je vais en rapporter ont toutes été exécutées dans son laboratoire.

» Elle se présente sous la forme de petites masses ou de grains opaques, d'un blanc jaunâtre, et mêlés de quelques débris d'écorce. Leur odeur est douce et assez agréable, la chaleur ou la pulvérisation l'augmentent légèrement. Ils sont friables, se brisent sous la dent, et ne présentent alors qu'une saveur peu sensible. Leur cassure est blanche, parsemée de quelques veines jaunâtres. Ils n'abandonnent rien à l'eau, et ne laissent dégager aucune substance volatile, lorsqu'on les distille avec elle.

» Elle est de toutes les résines la moins soluble dans l'alcool. Elle exige, pour être tenue complétement en dissolution, 55 fois son poids d'alcool froid à 36 degrés, 15 fois son poids d'alcool bouillant, 3 $\frac{1}{2}$ fois son poids d'essence de térébenthine à la température ordinaire. L'action de ces dissolvants n'a lieu que d'une manière lente à froid; il faut les chauffer d'abord pour accélérer la dissolution, puis les laisser refroidir et en séparer la résine en excès.

» Elle présente à l'analyse trois résines particulières, se distinguant entre elles par leur composition et leur solubilité, mais présentant toutes les trois une neutralité complète.

» On obtient séparément ces trois résines en ayant recours à leurs différents degrés de solubilité dans l'alcool. On commence par dissoudre complétement dans l'alcool bouillant la résine Icica pulvérisée; la dissolution, après avoir été filtrée à chaud pour la débarrasser des matières ligneuses en suspension, laisse cristalliser, en se refroidissant, la bréane, tandis que l'eau mère retient en dissolution l'icicane et la colophane.

» *Bréane.* — Cette substance, séparée de l'alcool, cristallisée de nouveau, et desséchée à 120 degrés dans le vide, a fourni à l'analyse par l'oxyde de cuivre et le courant d'oxygène, la formule suivante, exprimée en équivalents:

$$C^{80}H^{64}, 3HO\ (*),$$

qui exige, en centièmes,

Carbone......	84,06
Hydrogène...	11,73
Oxygène.....	4,21
	100,00

(*) $C = 75,0$; $H = 12,5$.

» *Icicane.* — Les eaux mères du produit précédent renferment encore des mélanges de bréane, d'icicane et de colophane. On les sépare les unes des autres en concentrant légèrement la liqueur, rejetant la première portion qui cristallise, c'est-à-dire la bréane impure, et décantant la liqueur alcoolique dont on retire de nouveau un produit cristallin par l'évaporation; c'est la seconde résine, l'icicane, tandis que la colophane, beaucoup plus soluble, reste dissoute dans la dernière eau amère.

» L'icicane que l'on purifie de la substance incristallisable par quelques lavages à l'alcool, desséchée à 120 degrés dans le vide, a fourni à l'analyse, par l'oxyde de cuivre et le courant d'oxygène, la formule suivante :

$$C^{160}H^{137}O^{9},$$

qui exige, en centièmes,

Carbone.	82,12
Hydrogène.. . .	11,71
Oxygène	6,17
	100,00

Cette formule se décompose en deux autres :

$$C^{80}H^{64}\,3HO + C^{80}H^{64}\,6HO.$$

L'icicane peut donc être regardée comme un produit conjugué formé par l'association d'un hydrate d'hydrogène carboné multiple de l'essence de térébenthine, et identique à la bréane étudiée ci-dessus, avec un autre hydrate du même multiple analogue à celui que MM. Dumas et Péligot ont obtenu de l'essence de térébenthine abandonnée à elle-même en contact avec l'acide nitrique dilué.

» *Colophane de la résine Icica.* — Enfin la dernière eau mère du produit précédent, après avoir abandonné tout produit cristallisable, laisse déposer en petite quantité la colophane, substance amorphe, jaune, fusible au-dessous de 100 degrés, beaucoup plus soluble dans l'alcool et l'éther que les produits précédents. Sa dissolution alcoolique concentrée marque quelque acidité au tournesol; mais elle ne se dissout pas dans les alcalis, et possède tous les autres caractères des substances neutres. A l'état fondu et desséché, elle a fourni à l'analyse, par l'oxyde de cuivre et le courant d'oxygène, les résultats suivants :

0,436 de matière ont donné 0,420 d'eau et 1,246 d'acide carbonique;

ce qui représente, en centièmes,

Carbone.	77,93
Hydrogène. . . .	10,69
Oxygène.	11,48
	100,00

Ces nombres se rapprochent de ceux qui représentent la colophane; ce dernier produit serait donc exprimé par la formule de la colophane

$$C^{40}H^{30}O^{4} \quad \text{ou} \quad C^{40}H^{30}O^{5}.$$

En résumé, la résine Icica contient trois résines neutres, dont deux cristallisables, et la troisième incristallisable.

» La première se range dans le groupe des sous-résines de Bonastre, présente une composition identique avec celle de la cholestérine, et a déjà été trouvée dans un grand nombre de résines naturelles.

» La deuxième, plus soluble, semble être une variété de sous-résine différente de la précédente. Son existence simultanée n'a été jusqu'ici démontrée que dans la résine du palmier *Ceroxylon andicola* et dans la résine du genre Icica de la Guyane.

» Toutes les deux peuvent être représentées comme des hydrates de l'essence de térébenthine.

» La dernière est incristallisable, beaucoup plus soluble, plus fusible que les précédentes. Sa composition se rapproche de celle de la colophane. »

CHIMIE. — *Mémoire sur la résine de gaïac; par* MM. **Pelletier** *et* **H. Deville.** (Extrait par M. H. *Deville.*)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un travail que feu Pelletier et moi nous avons fait de concert sur une substance à laquelle les chimistes n'avaient pas encore donné beaucoup d'attention. Nos expériences ont été faites dans le but de déterminer nettement les analogies chimiques du gaïac, et par conséquent d'aider, par un élément de plus, à la classification des résines.

» La composition de la résine brute purifiée, celle même du gaïac séparée en deux éléments distincts par l'ammoniaque, ne nous ont donné aucun résultat qui pût servir à caractériser ces substances d'une manière remarquable. Mais nous avons trouvé, dans les produits de leur distillation, des corps dont les réactions nous permettent de rapprocher la résine de gaïac du ben-

join et des baumes dont elle partage une partie des propriétés caractéristiques.

» Il serait aujourd'hui, à notre avis, difficile de classer les résines autrement que par la considération des huiles essentielles, desquelles on peut supposer que les résines proviennent par une modification variable d'ailleurs. Pour le gaïac, cette huile essentielle ne serait autre qu'une substance analogue par ses propriétés et sa composition à l'hydrure de salicyle, à l'huile de spiræa. Cette substance n'existe pas toute formée dans le gaïac: c'est un des produits de la distillation. Elle a pour composition, $C^{28} H^{16} O^4$, qui ne diffère de celle de l'hydrure de salicyle que par 2 équivalents d'hydrogène. Comme cet hydrure, elle se combine avec les bases, produit ainsi des sels cristallisés, qui, à l'air et à l'humidité, se transforment en un corps noir analogue à l'acide mélanique de M. Piria. Nous n'avons pu obtenir l'acide correspondant à l'acide salicylique.

» Le brome et le chlore donnent avec le corps qui nous occupe des acides cristallisés dans lesquels la moitié de l'hydrogène est remplacée dans l'huile primitive par du brome et du chlore, équivalent pour équivalent.

» Nous nommerons donc l'huile de gaïac *hydrure de gaïacile*, pour en rappeler les analogies.

» Nous transcrirons ici une de nos observations qui conduira peut-être à une explication du phénomène chimique de la coloration à l'air et à la lumière de la teinture de gaïac. L'hydrure de gaïacile est parfaitement incolore et inaltérable à l'air lorsqu'il est pur; mais en contact avec de la potasse aqueuse et à l'air, il passe par les teintes diverses que prend la résine sous l'influence de l'air et de la lumière. Seulement ici, le phénomène marchant moins vite, on a le temps d'apercevoir une légère teinte rose qui précède celle vert foncé qui est la teinte définitive. La coloration s'effectue beaucoup plus rapidement lorsque la substance est impure.

» L'hydrure de gaïac se purifie avec la plus grande difficulté et exige le même mode particulier de préparation que la créosote. Cette particularité nous explique la différence qui existe entre nos analyses et celles de M. Sobréro, qui s'est occupé après nous du même sujet (1). La substance encore

(1) M. Sobréro avait désigné cette huile sous le nom d'*acide pyrogaïque*. Nous n'avons pas cru devoir conserver cette dénomination : 1° parce que nous démontrerons que la substance à laquelle elle s'applique n'a aucune analogie avec les huiles pyrogénées ou empyreumatiques; 2° parce que le nom ne rappelle aucune analogie.

Je saisis cette occasion de remercier M. Sobréro de la manière dont il a répondu à la réclamation de priorité faite devant l'Académie pour quelques-uns des faits de ce Mémoire.

impure sur laquelle a opéré ce chimiste nous a donné la même formule $C^{30} H^{18} O^4$ adoptée par lui, et qui ne nous a pas paru mériter toute confiance. La densité de vapeur de l'hydrure de gaïacile correspond parfaitement à la formule $C^{28} H^{16} O^4$. Elle a été trouvée égale à 4,49 au lieu de 4,42.

» Nous mentionnerons ici deux substances, l'une, le gaïacène, dont la formule est $C^{20} H^{16} O^2$ (4 volumes de vapeur). Elle se déduit de l'acide gaïacique de M. Thierry $C^{24} H^{16} O^6$ (1), de la même manière que l'acétone se déduit de l'acide acétique, la benzine de l'acide benzoïque, l'anisole de l'acide anisique, etc. L'autre substance cristallise en lames brillantes dont la nature acide est peu prononcée, mais se combine pourtant avec les alcalis caustiques.

» Ces divers produits comparés à ceux de la distillation du baume de tolu, nous permettent de conclure que le gaïac et le tolu sont des résines qui, dans une classification de ces corps, occuperont des places correspondantes à celles des hydrures de benzoïle et de salicyle dans une classification des essences. »

CHIMIE. — *Recherches sur la créosote; par* M. H. DEVILLE.

« Des études sur les résines et les essences, que l'Académie a eu l'indulgence d'encourager, m'ont fait penser qu'il fallait considérer l'action du feu sur ces dernières comme n'étant pas une action purement désorganisatrice. Cette action serait, au contraire, selon moi, inapte à changer d'une manière profonde l'état de combinaison des substances qui constituent un corps aussi complexe qu'une résine. Comme l'on admet généralement qu'une huile essentielle, homogène ou non, a donné naissance, par son altération dans le végétal, à la résine, l'action du feu sur celle-ci fournirait un produit principal identique à l'huile essentielle primitive, ou au moins isomérique avec elle. C'est ainsi qu'on pourrait retrouver, ou au moins reconnaître les huiles essentielles d'où proviennent le benjoin, le gaïac et d'autres résines dans lesquelles ces huiles ont complétement disparu.

» Cette hypothèse, applicable à un certain nombre de substances résineuses, je l'ai déjà vérifiée pour quelques-unes d'entre elles : la créosote me donne encore l'occasion d'y revenir. En effet, toutes mes expériences me portent à croire que la créosote n'est autre qu'une huile essentielle ou son

(1) J'ai fait l'analyse de cette substance, qui est très-belle et très-intéressante, sur un très-petit échantillon que m'avait remis M. Thierry. J'en ai conclu la formule ci-dessus.

isomère produite dans la distillation des matières résineuses contenues dans le bois (1). On retrouverait ici les mêmes circonstances dans lesquelles l'hydrure de gaïacile s'est formé au moyen du gaïac.

» La créosote et l'hydrure de gaïacile ont des analogies qui ne se démentent jamais. Les mêmes réactions, les mêmes propriétés chimiques et physiques se correspondent d'une manière remarquable, malgré la différence de composition. Celle-ci est telle, que l'hydrure de gaïacile ($C^{28}H^{16}O^{4}$) peut être considéré comme un oxyde de la créosote ($C^{28}H^{16}O^{2} = 2$ volumes de vapeurs).

» La créosote colore en bleu une grande quantité d'eau contenant une trace d'un sel de fer au maximum; pour l'hydrure de gaïacile, la coloration est brune. La créosote représente, par sa composition, l'alcool de la série benzoïque. Le brome donne un acide cristallisé avec la créosote, dont la moitié de l'hydrogène se trouve remplacée par du brome, équivalent pour équivalent.

» L'hydrure de gaïacile et la créosote, traités par l'acide sulfurique et le chromate de potasse, donnent naissance à un sel de chrome analogue à l'acide tartrochromique. De l'acide produit avec de la créosote je retire une résine qui me semble avoir beaucoup d'intérêt pour la vérification de l'hypothèse sur laquelle je fonde la formation de la créosote dans la distillation du bois.

» La créosote d'une pureté absolue ne se colore pas à l'air. Elle se combine aux alcalis et aux bases, comme M. Reichembach l'avait vu, et sa dissolution se colore en bleu par les sels de fer. Toutes ces propriétés la rapprochent de l'hydrure de salicyle, à côté de laquelle il faudra peut-être la placer, en doublant sa formule. »

M. **Arago** a communiqué un Mémoire de M. **Alfred Gautier** intitulé : *Recherches relatives à l'influence que le nombre et la permanence des taches observées sur le disque du Soleil peuvent exercer sur les températures terrestres*, et

Une Note de M. **Darlu** sur la *double queue* de la comète du mois de mars 1843.

Sur la prière du *Secrétaire perpétuel*, M. **Matthiessen** a consenti à retirer une Lettre qu'il avait écrite en réponse à une communication de M. Amici.

---

(1) On explique ainsi comment la créosote varie de composition avec la qualité des bois dont on l'extrait, comment certains bois n'en donnent pas.

On a considéré que la polémique devenait trop personnelle et que les deux microscopes sont maintenant dans les mains du public.

M. **Élie de Beaumont** communique des extraits d'une Lettre qui lui a été adressée de Gayaz (Brésil) par M. **de Castelnau**, et dans laquelle ce voyageur rend compte sommairement des travaux de l'expédition, depuis le point de son débarquement jusqu'à celui d'où sa Lettre est datée, point qui se trouve à 120 myriamètres dans l'intérieur. Malgré la difficulté des transports, qui se font uniquement à dos de mulet, les instruments de météorologie sont tous parvenus en bon état, et ont servi pour des observations au nombre desquelles M. de Castelnau signale particulièremant celles qui concernent le magnétisme terrestre. Les observations barométriques et thermométriques ont d'ailleurs été faites régulièrement pendant tout le voyage, ainsi que les observations géologiques qui seront appuyées par une double collection de roches, dont l'une est destinée au Muséum d'histoire naturelle, l'autre au cabinet de l'École des Mines. La saison des pluies mettant pour le moment un obstacle à la continuation du voyage vers l'ouest, le temps qui s'écoulera jusqu'au nouveau départ sera employé à faire une excursion vers le Rio-Tocantin. Reprenant plus tard sa route, l'expédition s'avancera vers Cuyaba, de là elle gagnera le Paraguay, puis, rentrant dans la province de Matto-Grosso, elle reprendra sa marche vers l'occident en se dirigeant vers Lima. M. de Castelnau a rencontré partout, de la part des autorités brésiliennes, un accueil très-bienveillant, et en a obtenu, à différentes occasions, des moyens de transport et des escortes quand le besoin s'en est fait sentir.

M. **Lortet**, au nom de la *Commission hydrométrique de Lyon*, remercie l'Académie de l'intérêt qu'elle a pris aux travaux qui se font sous la direction de cette Commission. Il adresse une carte du bassin du Rhône, sur laquelle sont marqués tous les points, tant en France qu'à l'étranger, où se font déjà les observations, et ceux dans lesquels on pense qu'il serait possible d'établir des instruments. La Commission a trouvé, dans les gardes du génie auxquels elle a confié les pluviomètres, des observateurs exacts, soigneux et pleins de zèle.

M. **Silbermann**, imprimeur, à Strasbourg, adresse quelques épreuves de *tirages en couleur* obtenus à l'aide de la presse typographique ordinaire, mais par un procédé qu'il regarde comme entièrement nouveau. Un de ces spécimens est pris dans un tirage de 2,500 exemplaires, « tous, dit l'auteur de la Lettre, parfaitement identiques entre eux, et qui, en sortant de la presse, n'exigent

aucune retouche. » Ce petit tableau, qui offre douze couleurs différentes, a été tiré au moyen d'une seule planche; tandis que dans le procédé ordinaire d'impression polychrome, on emploie autant de planches que de couleurs distinctes.

M. Andraud adresse une Note ayant pour titre : *Visibilité des molécules de l'air.*

M. de Tristan envoie un Mémoire intitulé : *Tableau des températures moyennes de chaque jour de décembre et de janvier, à Orléans, calculées d'après les vingt-cinq retours de ces jours qui ont eu lieu depuis le* 27 *novembre* 1818 *jusqu'au* 9 *février* 1843.

M. Bernard, secrétaire d'une Commission formée à Montdidier, pour l'érection d'un *monument à la mémoire de Parmentier,* invite l'Académie à s'associer à cette œuvre qui s'exécutera par le moyen d'une souscription.

(Renvoi à la Commission administrative.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. A.

ERRATUM.

(Séance du 1er juillet 1844.)

Page 49, lignes 13 et 19, *au lieu de* M. Leroy de Champigny, *lisez* M. Leroy de Chantigny.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 1er; in-4°.

Chambre des Députés de 1844. — *Rapport fait au nom de la Commission chargée de l'examen du Projet de loi portant allocation d'un crédit de* 500 000 *fr. applicable à divers Établissements d'intérêt général; par* M. ARAGO ; in-4°.

Institut royal de France. — Académie des Sciences. — Funérailles de M. GEOFFROY-SAINT-HILAIRE : *Discours de* MM. Duméril, Chevreul, Pariset, Dumas, Serres; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT *et* REGNAULT; 3e série, tome XI; juillet 1844; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; juin 1844; in-8°.

Annales des Mines; tome IV, 6e livr.; in-8°.

Ministère de la Guerre. — Tableau de la situation des Établissements français dans l'Algérie en 1842; 1 vol. in-4°.

Description des Machines et Procédés consignés dans les Brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation; tome VI; in-4°.

Voyage dans l'Amérique méridionale; par M. A. D'ORBIGNY; 55e à 73e livr.; in-4°.

Histoire naturelle des îles Canaries; par MM. BARKER-WEBB *et* SABBIN BERTHELOT. *Ichthyologie*, par M. VALENCIENNES ; in-4°.

Annales de la Société entomologique de France; 2e série, tome II, 1er trimestre 1844, in-8°.

Traité de Pathologie cérébrale ou des Maladies du cerveau; nouvelles recherches sur sa structure, ses fonctions, ses altérations, et sur leur traitement thérapeutique, moral et hygiénique; par M. PINEL; in-8°. (Cet ouvrage est adressé pour le concours Montyon.)

Études sur l'Histoire de la Terre, et sur les causes des révolutions de sa surface; par M. DE BOUCHEPORN. Paris, 1844; in-8°.

Mémoires de la Société royale et centrale d'Agriculture; année 1843; in-8°.

Bulletins de la Société libre d'émulation de Rouen, pendant l'année 1842-1843; in-8°.

Nouveaux Éléments de Photographie; par M. J. THIERRY ; in-8°.

Code des Créations universelles et de la vie des êtres; par M. J.-A. DURAN. Bordeaux, 1841; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juillet 1844; in-8°.

Annales de Thérapeutique médicale et chirurgicale; n° 4; in-8°.

Annales de la propagation de la Foi; juillet 1844; in-8°.

Journal de Chimie médicale; juillet 1844; in-8°.

Le Technologiste; juillet 1844; in-8°.

Journal de Médecine; juillet 1844; in-8°.

Bulletin de la Société nationale de Vaccine. (Extrait du journal de juin 1844.) In-8°.

Bibliothèque universelle de Genève; avril 1844; in-8°.

Rapport annuel sur les travaux de la Société médicale du canton de Genève pour l'année 1843; *par* M. MARC D'ESPINE; in-8°.

Métallurgie pratique du fer. — Des Combustibles; par M. ROSSI. Turin, 1844; in-8°.

Métallurgie pratique du fer. — Des Combustibles gazeux; par le même. Turin, 1844; in-8°.

Circulaire sur un nouveau système de Voitures pour les routes ordinaires; par M. P. TAVERNA; 1 feuille in-4°. Turin.

Flora batava; 132ᵉ livr.; in-4°.

An Essay... *Essai sur les Météores solides et sur les aérolithes ou pierres météoriques; par* M. P.-A. BROWNE. Philadelphie, 1843; in-8°.

Det Kongelige... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Danemark;* Xᵉ vol. Copenhague, 1843; in-4°.

Oversigt.... *Rapport sur les travaux de l'Académie royale des Sciences de Danemark pendant l'année* 1843; *par* M. ŒRSTEDT. Copenhague, 1844; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 27; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nᵒˢ 77 à 79; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nᵒˢ 51, et 1 et 2.

L'Expérience; n° 366; in-8°.

La Réaction; journal des maîtres de Poste; n° 2.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — JUIN 1844.

9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	MAXIMA.	MINIMA.		
,53	+16,4		751,54	+19,6		750,37	+20,8		750,48	+16,3		+21,8	+10,6	Très-nuageux	N. E.
,99	+14,6		750,53	+19,0		749,88	+20,6		750,71	+14,5		+21,5	+10,1	Beau	N. N. E.
,74	+11,3		756,23	+13,4		757,39	+12,8		760,08	+10,5		+14,2	+ 9,1	Beau	N. N. O. fort.
,44	+11,6		761,65	+15,1		760,77	+17,1		760,44	+14,9		+17,8	+ 5,4	Beau	N.
,86	+18,5		757,65	+20,1		756,32	+21,5		755,25	+16,8		+22,5	+ 8,9	Beau	S. S. E.
,43	+17,4		754,34	+20,9		754,79	+17,5		756,33	+16,2		+23,0	+11,4	Très-nuageux	S. S. O fort.
,59	+18,0		758,46	+19,8		758,61	+20,4		759,44	+15,4		+21,0	+13,0	Couvert	S. O.
,32	+19,7		759,24	+22,2		758,20	+22,5		756,61	+18,7		+23,4	+11,3	Éclaircies	S. S. E.
,21	+21,5		756,77	+24,3		756,87	+24,9		759,05	+18,5		+26,9	+14,7	Nuages	O. S. O.
,41	+21,0		757,95	+25,0		757,61	+21,8		760,02	+16,5		+27,0	+14,5	Couvert	S.
,54	+17,5		762,51	+21,2		761,74	+22,1		761,51	+19,5		+23,2	+10,8	Beau	E.
,52	+20,7		761,06	+24,3		761,56	+24,8		761,88	+20,0		+26,8	+12,2	Beau	O.
,33	+23,2		760,00	+25,6		759,01	+27,2		759,45	+21,5		+28,5	+14,4	Beau	O.
,45	+18,5		760,22	+21,2		759,52	+22,4		759,99	+16,1		+23,7	+15,1	Beau	O.
,77	+17,4		759,40	+19,2		759,16	+21,2		760,00	+14,0		+20,5	+11,0	Nuageux	N. O.
,82	+17,4		761,59	+18,0		761,09	+19,1		761,75	+14,9		+20,0	+ 9,2	Nuageux	O. N. O.
,09	+16,4		759,87	+18,9		757,88	+20,4		755,00	+17,9		+21,5	+ 9,9	Beau ciel	E. N. E.
,12	+14,6		749,35	+16,0		748,48	+17,1		749,31	+12,2		+18,0	+13,4	Couvert	O.
,60	+13,6		754,81	+14,8		756,58	+15,8		759,80	+12,2		+17,7	+11,5	Pluie	N. O.
,17	+16,2		762,23	+17,8		761,27	+19,3		761,38	+16,9		+19,6	+ 8,9	Couvert	O. S. O.
,02	+21,2		757,54	+23,4		755,87	+25,7		753,71	+20,9		+26,8	+12,2	Beau	S.
,51	+25,8		752,58	+28,6		752,23	+29,0		752,62	+24,4		+31,4	+17,3	Nuageux	S.
,73	+22,3		752,44	+25,3		751,74	+26,8		750,83	+21,6		+28,3	+17,8	Nuageux	S. S. E.
,73	+27,4		749,88	+25,4		748,86	+28,8		748,06	+19,9		+30,4	+17,0	Couvert	S. S. E.
,92	+19,3		748,21	+20,5		747,50	+18,0		748,37	+15,7		+23,0	+14,2	Très-nuageux	O.
,69	+17,4		749,57	+20,8		749,94	+18,3		751,69	+15,2		+22,0	+13,3	Très-nuageux	O. S. O.
,21	+15,4		752,21	+15,6		752,56	+16,1		753,31	+14,9		+18,9	+13,0	Pluie continuelle	O. N. O.
,02	+18,7		756,20	+19,8		756,33	+20,5		757,77	+16,9		+21,9	+13,1	Quelques nuages	O. N. O.
,30	+18,4		758,13	+20,3		757,66	+22,5		756,69	+18,2		+23,7	+12,6	Très-nuageux	N. N. O.
,45	+18,6		752,56	+19,5		752,30	+15,2		751,69	+14,5		+19,8	+14,0	Couvert	E. N. E.
,85	+17,0		756,44	+19,9		756,08	+20,0		756,84	+15,8		+21,9	+10,9	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centimètres.
,34	+17,5		759,10	+19,7		758,63	+20,9		759,01	+16,5		+22,0	+11,6	... Moy. du 11 au 20	Cour.. 3,711
,26	+20,4		752,93	+21,9		752,50	+22,1		752,47	+18,2		+24,6	+14,5	... Moy. du 21 au 30	Terr.. 3,325
,38	+18,3		756,16	+20,5		755,74	+21,0		756,11	+16,9		+23,2	+12,3	... Moyenne du mois......	+17°,7

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JUILLET 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur divers théorèmes relatifs à la convergence des séries; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« J'ai prouvé qu'une série, ordonnée suivant les puissances ascendantes d'une variable x, et produite par le développement d'une fonction de cette variable, reste convergente tant que le module de x est inférieur au plus petit de ceux qui rendent la fonction ou sa dérivée discontinue. On pourrait être tenté de croire que la série cesse toujours d'être convergente à partir du moment où la fonction cesse d'être continue; et c'est en effet ce qui arrive, quand au module qui rend la fonction discontinue, correspond une valeur infinie ou de cette fonction elle-même, ou de l'une de ses dérivées. Mais cette proposition, que j'ai démontrée dans un précédent article, ne saurait être étendue au cas où la fonction cesse d'être continue, sans que l'une de ses dérivées devienne infinie, et l'on peut même énoncer la proposition contraire. Sans doute il paraît étrange, au premier abord, que la série produite par le développement d'une fonction de la variable x puisse demeurer convergente, et offrir encore pour somme une fonction continue de x, quand, par suite de la variation du module de x, la fonction, dont cette somme

représentait la valeur, a cessé d'être continue. Toutefois il en est ainsi, comme on le verra dans ce Mémoire, qui a pour but non-seulement de constater et d'expliquer tout à la fois l'espèce de paradoxe que je viens de signaler, mais, en outre, d'établir des théorèmes généraux relatifs à la détermination des modules des séries ordonnées suivant les puissances entières et ascendantes, ou même ascendantes et descendantes d'une variable x.

ANALYSE.

§ Ier. — *Sur les fonctions dont les développements restent convergents tandis qu'elles deviennent discontinues.*

» Concevons qu'une fonction u de la variable x soit développée en série ordonnée suivant les puissances ascendantes de x. Cette série sera certainement convergente, tant que le module de x demeurera inférieur au plus petit de ceux qui rendent la fonction et sa dérivée du premier ordre infinies ou discontinues. Ainsi, en particulier, si l'on développe en séries les fonctions

$$(1 - x)^{-\frac{1}{2}}, \quad \text{et} \quad \mathrm{l}(1 - x),$$

dont chacune reste continue, tant que la partie réelle de $1 - x$ reste positive, et par suite, tant que le module de x reste inférieur à l'unité, les développements obtenus, savoir,

$$1 + \frac{1}{2}x + \frac{1.3}{2.4}x^2 + \ldots, \quad \text{et} \quad -\left(x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^2}{3} + \ldots\right),$$

seront effectivement convergents, tant que le module de x sera au-dessous de l'unité. Les deux fonctions cesseront d'être continues, et les deux séries cesseront d'être convergentes, si le module de x devient supérieur à l'unité.

» Lorsque le plus petit module k de x qui rend la fonction u ou sa dérivée du premier ordre discontinue, fournit une valeur infinie ou de cette fonction elle-même, ou de l'une de ses dérivées, le rapport $\frac{x}{k}$ est le module commun des séries qui représentent les développements de la fonction et de ses dérivées suivant les puissances entières de la variable x. Donc alors ces séries deviennent divergentes dès que le module de x devient supérieur à k, c'est-à-dire à partir du moment où la discontinuité se manifeste dans la fonction u ou dans sa dérivée du premier ordre.

» Mais, si le plus petit module k qui rend la fonction ou sa dérivée dis-

continue, fournit une valeur finie de cette fonction et de ses dérivées des divers ordres, le module de x pourra quelquefois croître au delà de r, sans que le développement de la fonction en série ordonnée suivant les puissances ascendantes de x cesse d'être convergent.

» En effet, supposons, pour fixer les idées,

$$(1) \quad u = \left[1 - x^2 + x(2 - x^2)^{\frac{1}{2}}\sqrt{-1}\right]^{\frac{1}{3}} + \left[1 - x^2 - x(2 - x^2)^{\frac{1}{2}}\sqrt{-1}\right]^{\frac{1}{3}}.$$

Pour des valeurs réelles de x, la fonction u, déterminée par l'équation (1), restera continue, tant que la partie réelle de $1 - x^2$ restera positive, c'est-à-dire tant que l'on aura

$$x^2 < 1,$$

et deviendra discontinue à partir de l'instant où l'on posera $x^2 = 1$. On pourrait donc être tenté de croire que le développement de cette fonction en série ordonnée suivant les puissances ascendantes de x cessera d'être convergent et d'offrir pour somme une fonction continue de x, quand x^2 deviendra supérieur à l'unité. Voyons si cette présomption est ou n'est pas conforme à la réalité.

» On tire de l'équation (1),

$$(2) \qquad u^3 - 3u - 2(1 - x^2) = 0.$$

D'ailleurs, comme on a

$$u^3 - 3u - 2 = (u - 2)(u + 1)^2,$$

l'équation (2) pourra être réduite à

$$(3) \qquad u = 2 - \frac{2x^2}{(u+1)^2}.$$

Cela posé, la fonction u, déterminée par la formule (1), sera évidemment celle des racines de l'équation (2) ou (3) qui se réduit au nombre 2, pour une valeur nulle de x. Or on peut déduire immédiatement de l'équation (3) cette même racine développée en série par la formule de Lagrange, et l'on trouve ainsi

$$(4) \qquad u = 2 - \frac{1}{3^2}2x^2 + \frac{4}{3^5}\frac{(2x^2)^2}{1.2} - \frac{6.7}{3^8}\frac{(2x^2)^3}{1.2.3} + \dots$$

D'ailleurs, dans la série que renferme le second membre de la formule (4), les termes proportionnels à x^{2n} et à x^{2n+2} sont respectivement, abstraction faite de leurs signes,

$$\frac{2n(2n+1)\ldots(3n-2)}{3^{3n-1}}\frac{(2x^2)^n}{1.2\ldots n}, \quad \frac{(2n+2)\ldots(3n+1)}{3^{3n+2}}\frac{(2x^2)^{n+1}}{1.2\ldots n(n+1)},$$

et le rapport de ces deux termes, ou le produit

$$\frac{(3n+1)\,3n\,(3n-1)}{2n\,(2n+1)\,(n+1)}\frac{2x^2}{3^3},$$

converge, pour des valeurs croissantes de n, vers la limite

$$\frac{x^2}{2}.$$

Donc la série comprise dans le second membre de l'équation (4) sera encore convergente, pour un module de x égal ou même supérieur à l'unité, et ne deviendra divergente qu'à partir du moment où le module de x surpassera le nombre $\sqrt{2}$. Ainsi le développement de la fonction u, déterminée par l'équation (1), restera convergent pour un module de x supérieur au plus petit de ceux qui rendent cette fonction discontinue.

» Considérons encore une fonction déterminée par l'équation

$$(5) \qquad u = (2 - 3x + x^2)^{\frac{1}{2}}.$$

Si l'on attribue à la variable x une valeur imaginaire ou de la forme

$$x = re^{p\sqrt{-1}},$$

r désignant une quantité positive et p un arc réel, l'équation (5) donnera

$$(6) \qquad u = \sqrt{2 - 3r\cos p + r^2\cos 2p + (r^2\sin 2p - 2r\sin p)\sqrt{-1}};$$

et, comme la partie réelle de l'expression, placée ici sous le radical, savoir,

$$2 - 3r\cos p + r^2\cos 2p = 2\left(\frac{3}{4} - r\cos p\right)^2 + \frac{7}{8} - r^2,$$

s'évanouira quand on posera

$$r = \left(\frac{7}{8}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad \cos p = \frac{3}{4r},$$

il est clair que cette partie réelle deviendra négative pour des valeurs de r comprises entre les limites $\left(\frac{7}{8}\right)^{\frac{1}{2}}$ et 1, pourvu que l'angle p ait une valeur peu différente de celle que fournira l'équation

$$\cos p = \frac{3}{4r}.$$

Donc la fonction (5) ou (6), qui reste toujours continue par rapport à r et à p, tant que le module r de la variable x reste inférieur à la limite $\left(\frac{7}{8}\right)^{\frac{1}{2}}$, deviendra discontinue à partir de l'instant où le module r atteindra cette limite. Toutefois, il est aisé de s'assurer que, si l'on développe la fonction (5) en série ordonnée suivant les puissances ascendantes de x, la série ainsi obtenue ne cessera pas d'être convergente pour un module de x supérieur à $\left(\frac{7}{8}\right)^{\frac{1}{2}}$, mais inférieur à l'unité. En effet, comme on a identiquement

$$2 - 3x + x^2 = (1 - x)(2 - x),$$

il est clair que la série dont il s'agit se confond avec celle qui résulte du développement du produit

$$(1 - x)^{\frac{1}{2}}(2 - x)^{\frac{1}{2}}. \tag{7}$$

Elle sera donc convergente aussi bien que les développements des deux fonctions

$$(1 - x)^{\frac{1}{2}}, \quad (2 - x)^{\frac{1}{2}},$$

tant que le module de x restera inférieur à l'unité. Mais elle deviendra divergente, si le module de x devient supérieur à l'unité.

» Au reste, il est important d'observer que les deux expressions

$$(2 - 3x + x^2)^{\frac{1}{2}} \quad \text{et} \quad (1 - x)^{\frac{1}{2}}(2 - x)^{\frac{1}{2}},$$

sont deux formes différentes d'une seule et même fonction, tant que le module de x reste inférieur à la limite $\left(\frac{7}{8}\right)^{\frac{1}{2}}$. Mais, quand le module de x devient supérieur à cette limite, les deux expressions dont il s'agit représentent deux

fonctions distinctes qui ne sont plus identiquement égales entre elles, pour toutes les valeurs réelles de l'angle p. De ces deux fonctions la seconde seule reste continue pour un module de x supérieur à $\left(\frac{7}{8}\right)^{\frac{1}{2}}$, mais inférieur à l'unité, et représente constamment, dans cet intervalle, la somme de la série qu'on avait obtenue en développant la première fonction.

» Les observations faites dans ce paragraphe s'appliquent, à plus forte raison, aux séries ordonnées à la fois suivant les puissances ascendantes et suivant les puissances descendantes d'une même variable x.

» Au reste, nous ne voudrions pas nous borner à signaler ce qui paraît être, au premier abord, une espèce de paradoxe, sans en offrir l'explication; et, afin que cette explication ne laisse rien à désirer, je donne ici, en peu de mots, la théorie générale des modules des séries, en rappelant d'abord les propositions précédemment établies, et en joignant à leur énoncé la démonstration de propositions nouvelles qui sont dignes, ce me semble, de fixer l'attention des géomètres.

§ II. — *Sur les modules des séries considérées en général.*

» Soit

$$u_0, \; u_1, \; u_2, \; \ldots \tag{1}$$

une série dont u_n désigne le terme général correspondant à l'indice n, ce terme général pouvant d'ailleurs être réel ou imaginaire. Désignons d'ailleurs par la notation

$$\text{mod.}\, u_n$$

le module de ce terme général, et par u la limite unique, ou du moins la plus grande des limites dont s'approche indéfiniment, pour des valeurs croissantes du nombre n, l'expression

$$(\text{mod.}\, u_n)^{\frac{1}{n}}.$$

La quantité positive u sera ce que nous appellerons le *module* de la série (1). D'après ce qui a été démontré dans l'*Analyse algébrique*, la série sera convergente si l'on a

$$\text{u} < 1, \tag{2}$$

divergente, si l'on a

$$(3) \qquad \text{u} > 1.$$

De plus, si pour des valeurs croissantes de n, le module du rapport

$$\frac{u_{n+1}}{u_n}$$

s'approche indéfiniment d'une limite fixe, cette limite sera précisément le module de la série (1).

» Soit maintenant

$$(4) \qquad \ldots u_{-2},\ u_{-1},\ u_0,\ u_1,\ u_2,\ldots$$

une série qui se prolonge indéfiniment dans deux sens opposés, de manière à offrir deux termes généraux

$$u_n \quad \text{et} \quad u_{-n},$$

correspondants, le premier à l'indice n, le second à l'indice $-n$. Concevons d'ailleurs que le nombre n venant à croître, on cherche la limite unique, ou la plus grande des limites dont s'approche indéfiniment chacune des expressions

$$(\text{mod. } u_n)^{\frac{1}{n}}, \quad (\text{mod. } u_{-n})^{\frac{1}{n}};$$

et représentons par u la limite de $(\text{mod. } u_n)^{\frac{1}{2}}$, par $\text{u}_{,}$ la limite de $(\text{mod. } u_{-n})^{\frac{1}{n}}$. Les deux quantités positives

$$\text{u}, \quad \text{u}_{,}$$

seront les deux *modules* de la série (4), qui sera convergente si ces deux modules sont inférieurs à l'unité, divergente si l'un d'eux ou si les deux à la fois deviennent supérieurs à l'unité.

» Il est bon d'observer que le module d'une série prolongée indéfiniment dans un seul sens n'est point altéré dans le cas où le rang de chaque terme est diminué d'une ou de plusieurs unités, en vertu de la suppression du premier, ou des deux premiers, ou des trois premiers,... termes. Pareillement les deux modules d'une série prolongée indéfiniment en deux sens opposés ne seront point altérés, si l'on déplace simultanément tous les termes en les faisant marcher vers la droite ou vers la gauche avec celui qui servait de point de départ pour la fixation des rangs et des indices.

» Considérons à présent une série

(5) $$a_0,\ a_1 x_1,\ a_2 x_2, \ldots$$

ordonnée suivant les puissances entières et ascendantes d'une variable réelle ou imaginaire x. Nommons r le module de cette variable, et p son argument, en sorte qu'on ait

$$x = re^{p\sqrt{-1}}.$$

Soit d'ailleurs a le module de la série

$$a_0,\ a_1,\ a_2, \ldots,$$

c'est-à-dire la plus grande limite dont s'approche indéfiniment, pour des valeurs croissantes de n, l'expression

$$(\text{mod.}\ a_n)^{\frac{1}{n}}.$$

Comme on aura

$$\text{mod.}\ (a_n x^n) = r^n\ \text{mod.}\ a_n,$$

on en conclura

$$(\text{mod.}\ a_n x^n)^{\frac{1}{n}} = r (\text{mod.}\ a_n)^{\frac{1}{n}},$$

et par conséquent il est clair que le module de la série (5) se réduira au produit

$$\mathrm{a} r.$$

Donc la série (5) sera convergente si l'on a

$$\mathrm{a} r < 1 \quad \text{ou} \quad r < \frac{1}{\mathrm{a}};$$

divergente si l'on a

$$\mathrm{a} r > 1 \quad \text{ou} \quad r > \frac{1}{\mathrm{a}}.$$

» Considérons enfin une série

(6) $$\ldots a_{-2} x^{-2},\ a_{-1} x^{-1},\ a_0,\ a_1 x_1,\ a_2 x^2, \ldots$$

ordonnée à la fois suivant les puissances ascendantes et suivant les puissances descendantes de la variable x. Si l'on nomme a la plus grande des limites

vers lesquelles converge, pour des valeurs croissantes de n, l'expression

$$(\text{mod.}\, a_n)^{\frac{1}{n}},$$

et $\mathrm{a}_{,}$ la plus grande des limites vers lesquelles converge l'expression

$$(\text{mod.}\, \mathrm{a}_{-n})^{\frac{1}{n}},$$

les deux modules de la série (6) seront évidemment

$$\mathrm{a}\,r^{-1}, \quad \mathrm{a}\,r;$$

et par suite la série (6) sera convergente si le module r de x vérifie les deux conditions

$$r < \frac{1}{\mathrm{a}}, \quad r > \mathrm{a}_{,},$$

divergente si r vérifie les deux conditions

$$r > \frac{1}{\mathrm{a}}, \quad r < \mathrm{a}_{,},$$

ou seulement l'une d'entre elles.

» En résumé, il y aura généralement deux limites extrêmes, l'une inférieure, l'autre supérieure, entre lesquelles le module r de x pourra varier, sans que la série (5) ou (6) cesse d'être convergente. Soient

$$\mathrm{k}_{,}, \ \mathrm{k}$$

ces limites extrêmes, k désignant la limite supérieure. D'après ce qu'on vient de dire, on aura, pour la série (6),

$$(7) \qquad \mathrm{k}_{,} = \mathrm{a}_{,}, \quad \mathrm{k} = \frac{1}{\mathrm{a}},$$

et par suite les deux modules de la série (6) seront

$$(8) \qquad \frac{\mathrm{k}_{,}}{r}, \quad \frac{r}{\mathrm{k}}.$$

D'ailleurs $\mathrm{k}_{,}$ devra être remplacé par zéro si la série (6) est réduite à la série (5).

» Ajoutons que la quantité k sera certainement la limite extrême et supé-

rieure du module r si, la série étant convergente pour $r < \mathrm{k}$, la somme de cette série devient infinie pour $r = \mathrm{k}$, et pour une valeur convenablement choisie de l'argument p.

» Pareillement $\mathrm{k}_{,}$ sera certainement la limite extrême et supérieure du module r si, la série (6) étant convergente pour $r > \mathrm{k}$, la somme de cette série devient infinie pour $r = \mathrm{k}$ et pour une valeur convenablement choisie de l'argument p.

» En effet, une série ne peut acquérir une somme infinie sans devenir divergente, et par conséquent sans offrir un module égal ou supérieur à l'unité.

» Lorsque les divers termes d'une série sont fonctions d'une certaine variable x, la nouvelle série qu'on obtient en substituant à chaque terme de la première sa dérivée prise par rapport à x, doit naturellement s'appeler la *série dérivée*. Concevons, pour fixer les idées, que la première série se réduise à la série (5), dont le terme général est $a_n x^n$, ou même à la série (6), dont les termes généraux sont

$$a_{-n} x^{-n} \quad \text{et} \quad a_n x^n;$$

alors la série dérivée aura pour terme général le produit

$$n a_n x^{n-1},$$

ou bien elle aura pour termes généraux les produits

$$-n a_{-n} x^{-n+1}, \qquad n a_n x^{n-1}.$$

D'ailleurs, comme on a

$$-n a_{-n} x^{-n+1} = -n x (a_{-n} x^{-n}), \qquad n a_n x^{n-1} = n x^{-1} (a_{-n} x^{-n}),$$

on en conclut que les deux expressions

$$(9) \qquad [\text{mod.}(-n a_{-n} x^{-n+1})]^{\frac{1}{n}}, \qquad [\text{mod.}(n a_n x^{n-1})]^{\frac{1}{n}}$$

s'approchent indéfiniment, pour des valeurs croissantes de n, des produits que l'on obtient quand on multiplie respectivement les quantités positives

$$\mathrm{a}_{,} r^{-1} \quad \text{et} \quad \mathrm{a} r$$

par les limites des expressions

$$(nr)^{\frac{1}{n}}, \quad \text{et} \quad (nr^{-1})^{\frac{1}{n}}.$$

Enfin ces deux limites, qui se confondent avec les limites fixes des rapports

$$\frac{(n+1)r}{nr} = 1 + \frac{1}{n}, \qquad \frac{(n+1)r^{-1}}{nr^{-1}} = 1 + \frac{1}{n},$$

se réduisent l'une et l'autre à l'unité. Donc les limites des expressions (9) se réduiront simplement aux produits

$$\mathrm{a}_{,} r^{-1} \quad \text{et} \quad \mathrm{a} r.$$

Donc *le module ou les modules de la série* (5) *ou* (6) *seront en même temps le module ou les modules de la série dérivée.*

» Nous avons ici supposé que l'on différentiait une seule fois chaque terme de la série donnée (5) ou (6); mais, après avoir ainsi obtenu ce qu'on doit appeler la *série dérivée du premier ordre*, on pourrait former encore la dérivée de celle-ci, puis la dérivée de sa dérivée,..., et l'on obtiendrait alors, à la place de la série (5) ou (6), des *séries dérivées de divers ordres*. Or, de ce que nous avons dit tout à l'heure il résulte évidemment que *le module ou les modules de toutes ces séries seront précisément le module ou les modules de la série* (5) *ou* (6).

§ III. — *Sur les modules des séries produites par le développement de fonctions explicites d'une variable x.*

» Soit $\mathrm{f}(x)$ une fonction donnée de la variable réelle ou imaginaire

$$x = re^{p\sqrt{-1}},$$

et représentons par $\mathrm{f}'(x)$ sa dérivée du premier ordre, ou

$$\mathrm{D}_x \mathrm{f}(x).$$

On peut, comme je l'ai fait voir depuis longtemps, établir la proposition suivante :

» 1[er] *Théorème.* Si $\mathrm{f}(x)$ et $\mathrm{f}'(x)$ restent fonctions continues de la variable x, c'est-à-dire fonctions continues du module r et de l'argument p de

cette variable, pour toutes les valeurs du module r inférieures à une certaine limite l, la fonction f(x) sera, pour chacune de ces valeurs, développable en une série convergente

$$(1) \qquad a_0, \quad a_1 x, \quad a_2 x_2, \ldots,$$

ordonnée suivant les puissances ascendantes de la variable x.

» Il y a plus, cette proposition peut, suivant la remarque de M. Laurent, être généralisée, et l'on obtient alors le théorème dont voici l'énoncé:

» 2ᵉ *Théorème.* Si f(x) et f$'(x)$ restent fonctions continues de x, pour toutes les valeurs du module r de x inférieures à une certaine limite l, et supérieures à une autre limite $\mathrm{l}_,$, la fonction f(x) sera, pour chacune de ces valeurs, développable en une série convergente

$$(2) \qquad \ldots a_{-2} x^{-2}, \quad a_{-1} x^{-1}, \quad a_0, \quad a_1 x, \quad a_2 x^2, \ldots,$$

ordonnée suivant les puissances entières, ascendantes et descendantes, de la variable x.

» Au reste, des remarques faites dans le § Iᵉʳ, il résulte que les limites l, $\mathrm{l}_,$, mentionnées dans les théorèmes (1) et (2), peuvent être distinctes des limites extrêmes k et $\mathrm{k}_,$ entre lesquelles le module r de x peut varier sans que la série (1) ou (2) cesse d'être convergente; et ces limites extrêmes sont évidemment celles qu'il importe surtout de connaître. Or, on les déterminera, pour l'ordinaire, assez facilement à l'aide de deux nouveaux théorèmes qui, se déduisant des deux précédents et des principes établis dans le § II, peuvent s'énoncer comme il suit :

» 3ᵉ *Théorème.* Supposons que f(x) et f$'(x)$ restent fonctions continues de la variable

$$x = re^{p\sqrt{-1}}$$

pour toutes les valeurs du module r de cette variable inférieures à une certaine limite k. Supposons encore que la fonction f(x) ou l'une quelconque de ses dérivées devienne infinie pour r=k et pour une valeur convenablement choisie de l'argument p; alors k sera la limite extrême et supérieure au-dessous de laquelle le module r pourra varier arbitrairement, sans que la fonction f(x) cesse d'être développable en une série convergente ordonnée suivant les puissances entières et ascendantes de x.

» 4ᵉ *Théorème.* Supposons que f(x) et f$'(x)$ restent fonctions continues

de la variable

$$x = re^{p\sqrt{-1}}$$

pour toutes les valeurs du module r de cette variable inférieures à une certaine limite k, et supérieures à une certaine limite $k_{,}$. Supposons encore que la fonction $f(x)$, ou l'une quelconque de ses dérivées, devienne infinie, 1° pour $r = k$, 2° pour $r = k_{,}$, et pour des valeurs convenablement choisies de l'argument p. Alors k et $k_{,}$ seront les limites extrêmes inférieure et supérieure entre lesquelles le module r pourra varier arbitrairement, sans que la fonction $f(x)$ cesse d'être développable en série convergente, ordonnée suivant les puissances entières ascendantes et descendantes de x.

» *Corollaire.* Il est clair que, si la fonction $f(x)$ devenait infinie pour une seule des valeurs de r représentées par k, $k_{,}$, on connaîtrait une seule des limites extrêmes du module r.

» Pour montrer une application du 3e théorème, considérons d'abord les fonctions

$$(1+x)^{\frac{1}{2}}, \quad \text{arc sin}\, x, \quad \text{arc tang}\, x.$$

Ces trois fonctions restent continues, tant que le module r de x reste inférieur à l'unité. De plus, leurs trois dérivées du premier ordre, savoir,

$$\tfrac{1}{2}(1+x)^{-\frac{1}{2}}, \quad \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}, \quad \frac{1}{1+x^2},$$

deviennent infinies, la première pour $x = -1$, la seconde pour $x = \pm 1$, la troisième pour $x = \pm\sqrt{-1}$, et par conséquent toutes trois deviennent infinies pour $r = 1$. Donc, en vertu du 3e théorème, l'unité sera la limite supérieure au-dessous de laquelle le module r pourra varier, sans que les trois fonctions

$$(1+x)^{\frac{1}{2}}, \quad \text{arc sin}\, x, \quad \text{arc tang}\, x$$

cessent d'être développables en séries convergentes ordonnées suivant les puissances ascendantes de x.

» Considérons encore la fonction représentée par le produit

$$(1-x)^{\frac{1}{2}}(2-x)^{\frac{1}{2}}.$$

Elle restera continue pour une valeur du module r inférieure à l'unité, et sa

dérivée deviendra infinie pour $r=1$. Donc, l'unité sera encore la limite supérieure au-dessous de laquelle le module r pourra varier arbitrairement, sans que cette fonction cesse d'être développable en série convergente ordonnée suivant les puissances entières et ascendantes de x. On ne pourra pas en dire autant de la fonction

$$(2-3x+x^2)^{\frac{1}{2}}.$$

Cette autre fonction, qui ne diffère pas du produit

$$(1-x)^{\frac{1}{2}}(2-x)^{\frac{1}{2}}$$

dans le cas où le module de x reste inférieur à $\left(\frac{7}{8}\right)^{\frac{1}{2}}$, et offre nécessairement dans ce cas le même développement, cesse d'être continue pour des valeurs du module de x supérieures à la limite $\left(\frac{7}{8}\right)^{\frac{1}{2}}$, mais inférieures à l'unité. Elle cesse aussi alors d'être constamment représentée par le développement de la première fonction, quoique la série à laquelle se réduit ce développement demeure convergente.

Concevons maintenant que l'on désigne par X une fonction entière de x qui offre une valeur positive, quand le module de x est très-petit. Soient d'ailleurs

$$a,\ b,\ c,\ldots$$

les racines de l'équation

$$\mathrm{X}=0,$$

rangées d'après l'ordre de grandeur de leurs modules. On aura, pour de petites valeurs du module r,

$$\mathrm{X}=\mathrm{h}\left(1-\frac{x}{a}\right)\left(1-\frac{x}{b}\right)\left(1-\frac{x}{c}\right)\cdots, \tag{3}$$

h désignant une constante positive; et par suite, si l'on nomme s une constante réelle quelconque, on trouvera

$$\mathrm{X}^s=\mathrm{h}^s\left(1-\frac{x}{a}\right)^s\left(1-\frac{x}{b}\right)^s\left(1-\frac{x}{c}\right)^s\cdots. \tag{4}$$

Cela posé, réduisons $\mathrm{f}(x)$ au second membre de la formule (4), et prenons

en conséquence

(5) $$f(x) = h^s \left(1 - \frac{x}{a}\right)^s \left(1 - \frac{x}{b}\right)^s \left(1 - \frac{x}{c}\right)^s \cdots$$

La fonction $f(x)$ restera continue pour tout module de x inférieur au module de a; et cette même fonction, si s est négatif, ou, dans le cas contraire, ses dérivées d'un certain ordre, deviendront infinies pour $x = a$. Donc, en vertu du 3e théorème, le module de a sera la limite extrême et supérieure, au-dessous de laquelle le module r de x pourra varier arbitrairement, sans que la fonction $f(x)$, déterminée par l'équation (5), cesse d'être développable en série convergente ordonnée suivant les puissances entières et ascendantes de x.

» Pour montrer une application du 4e théorème, supposons que P représente une fonction réelle, entière et toujours positive, du sinus et du cosinus de l'angle p. On pourra mettre P sous la forme

(6) $$P = h[1 - a\cos(p - \alpha)]\,[1 - b\cos(p - 6)]\,[1 - c\cos(p - \gamma)]\ldots,$$

h désignant une constante positive, a, b, c,... d'autres constantes positives et inférieures à l'unité, que nous supposerons rangées de manière à former une suite décroissante, et $\alpha, 6, \gamma,\ldots$ des angles réels. Posons maintenant

$$e^{p\sqrt{-1}} = x.$$

On tirera de la formule (6)

(7) $$P = h\left(1 - ax e^{-\alpha\sqrt{-1}}\right)\left(1 - \frac{a}{x} e^{-\alpha\sqrt{-1}}\right)\left(1 - bx e^{6\sqrt{-1}}\right)\left(1 - \frac{b}{x} e^{-6\sqrt{-1}}\right)\ldots,$$

et par suite, en nommant s une constante réelle, on aura, pour des modules de x compris entre les limites a et $\frac{1}{a}$,

(8) $$P^s = h^s\left(1 - ax e^{\alpha\sqrt{-1}}\right)^s\left(1 - \frac{a}{x} e^{-\alpha\sqrt{-1}}\right)^s\left(1 - bx e^{6\sqrt{-1}}\right)^s\left(1 - \frac{b}{x} e^{-6\sqrt{-1}}\right)^s\ldots.$$

Cela posé, réduisons $f(x)$ au second membre de l'équation (8), et prenons en conséquence

(9) $$f(x) = h^s\left(1 - ax e^{\alpha\sqrt{-1}}\right)^s\left(1 - \frac{a}{x} e^{-\alpha\sqrt{-1}}\right)^s\left(1 - bx e^{6\sqrt{-1}}\right)^s\left(1 - \frac{b}{x} e^{-6\sqrt{-1}}\right)^s\ldots.$$

On conclura immédiatement du 4e théorème, que a et $\frac{1}{a}$ sont les limites ex-

trêmes, inférieure et supérieure, entre lesquelles le module r de x peut varier arbitrairement sans que la fonction $f(x)$, déterminée par l'équation (5), cesse d'être développable en série convergente ordonnée suivant les puissances entières ascendantes et descendantes de la variable x. Donc cette fonction, et par suite P^s, seront développables en séries convergentes si l'on suppose, comme ci-dessus,

$$x = e^{p\sqrt{-1}},$$

c'est-à-dire si l'on réduit le module r de x à l'unité. Ajoutons que l'on aura, dans le cas présent,

$$k = \frac{1}{a}, \qquad k_{,} = a;$$

en sorte que les deux modules

$$\frac{k_{,}}{r}, \qquad \frac{r}{k}$$

de la série obtenue deviendront

$$\frac{a}{r}, \qquad ar,$$

et se réduiront tous deux à la constante positive a pour $r=1$.

» Les conclusions auxquelles nous venons de parvenir sont particulièrement utiles en astronomie; elles fournissent immédiatement les deux modules de la série qu'on obtient quand on développe la fonction perturbatrice suivant les sinus et cosinus des multiples de l'anomalie excentrique d'une planète.

§ IV. — *Sur les séries produites par le développement des fonctions implicites d'une variable x.*

» Supposons que

$$u = f(x)$$

représente une fonction implicite de la variable réelle ou imaginaire

$$x = e^{p\sqrt{-1}},$$

la valeur de u en x étant déterminée par une équation de la forme

$$F(x, u) = 0. \qquad (1)$$

Comme je l'ai prouvé dans un autre Mémoire, si le module r de x varie par degrés insensibles, la fonction u, tant qu'elle restera finie, variera elle-même par degrés insensibles, et par conséquent elle ne cessera pas d'être fonction continue de x jusqu'à ce que le module r acquière une valeur qui puisse rendre la fonction $F(x, u)$ infinie ou discontinue, ou qui introduise dans l'équation (1), résolue par rapport à u, des racines égales. D'ailleurs, dans cette dernière hypothèse, on aura

$$(2) \qquad D_u F(x, u) = 0,$$

et, par suite, la valeur de $D_x u$, tirée de l'équation (1), savoir,

$$(3) \qquad D_x u = -\frac{D_x F(x, u)}{D_u F(x, u)},$$

deviendra généralement infinie. On doit seulement excepter le cas particulier où la valeur de x, qui introduit dans l'équation (1) des racines égales, vérifierait, non-seulement l'équation (2), mais encore la suivante

$$(4) \qquad D_x F(x, u) = 0.$$

Ces principes étant admis, on pourra évidemment appliquer les théorèmes 3 et 4 du paragraphe précédent, non-seulement aux fonctions explicites, mais encore aux fonctions implicites d'une variable x.

» Pour donner une idée de cette application, supposons de nouveau la fonction u définie par la formule

$$(5) \qquad u = \left[1 - x^2 - x(1-x^2)^{\frac{1}{2}}\sqrt{-1}\right]^{\frac{1}{3}} + \left[1 - x^2 + x(1-x^2)^{\frac{1}{2}}\sqrt{-1}\right]^{\frac{1}{3}}.$$

On pourra regarder u comme une fonction implicite de x, déterminée par l'équation

$$(6) \qquad u^3 - 3u - 2(1 - x^2) = 0;$$

et le développement du second membre de la formule (5), suivant les puissances entières et ascendantes de x, ne sera autre chose que la série qu'on obtient quand on développe, par le théorème de Lagrange, celle des racines de l'équation (5) qui se réduit au nombre 2 pour une valeur nulle de x. Cette série sera donc convergente, tant que la racine dont il s'agit restera fonction continue de x. D'ailleurs, quand on substitue l'équation (5) à l'équation (1), c'est-

à-dire quand on pose

$$(7) \qquad F(x, u) = u^3 - 3u - 2(1 - x^2),$$

$F(x, u)$ est une fonction toujours continue de x et de u. Alors aussi les équations (2) et (4) se réduisent, la première à

$$(8) \qquad u^2 - 1 = 0,$$

la seconde à

$$(9) \qquad x = 0.$$

D'ailleurs, de l'équation (6) jointe à l'équation (8), on tire, ou

$$(10) \qquad u = 1, \quad x^2 = 2,$$

ou

$$(11) \qquad u = -1, \quad x = 0.$$

Dans le premier cas, la valeur de $D_x u$, tirée de l'équation (5), savoir,

$$(12) \qquad D_x u = -\frac{2x}{3(u^2 - 1)},$$

devient effectivement infinie, tandis que, dans le second cas, elle se présente sous la forme indéterminée $\frac{0}{0}$. Enfin, il est clair que la fonction u, déterminée par l'équation (5), se réduit, non pas à -1, mais à 2 pour $x = 0$. Cela posé, on conclura immédiatement des principes ci-dessus établis, et du 4e théorème du paragraphe précédent, que le développement de la fonction u, déterminée par l'équation (5) en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de x, reste convergent jusqu'au moment où le module de x^2 atteint la limite 2, et le module de x la limite $\sqrt{2}$. On conclura encore que $\sqrt{2}$ représente précisément la limite extrême et supérieure au-dessous de laquelle le module r de x peut varier arbitrairement sans que cette série cesse d'être convergente. Donc, puisque la série renfermera seulement des puissances entières de x^2, le module de la série sera

$$\frac{r^2}{2}.$$

Or, ces conclusions s'accordent effectivement avec celles que nous avons tirées de la considération directe de la série elle-même. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur l'application de la méthode logarithmique à la détermination des inégalités périodiques des mouvements planétaires; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Comme je l'ai dit dans la dernière séance, la détermination des inégalités périodiques produites dans le mouvement d'une planète m par l'action d'une autre planète m', séparée de m par la distance v, peut être ramenée au développement du rapport $\frac{1}{v}$ en une série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments les anomalies moyennes T, T', ou même les anomalies excentriques ψ, ψ' des deux planètes. D'ailleurs, on peut aisément trouver le développement exact du rapport $\frac{1}{v}$ quand on sait développer les valeurs qu'on obtient pour ce rapport, en négligeant, dans le carré de la distance v, deux termes généralement très-petits dont l'omission réduit le carré dont il s'agit à une fonction linéaire des sinus et des cosinus des angles ψ, ψ'. Enfin, à l'aide des formules rappelées dans un précédent article, on peut assez facilement développer la valeur approchée, et par suite la valeur exacte du rapport $\frac{1}{v}$ en une série convergente ordonnée suivant les puissances entières de l'une des deux exponentielles qui ont pour arguments ψ, ψ', par exemple, suivant les puissances entières de l'exponentielle

$$e^{\psi'\sqrt{-1}}.$$

Soient θ le module de la série ainsi obtenue, et

$$\mathcal{A}_{n'} e^{n'\psi'\sqrt{-1}}$$

son terme général. Il ne restera plus qu'à développer $\mathcal{A}_{n'}$ suivant les puissances entières de $e^{\psi\sqrt{-1}}$. Or, je prouve que toute la difficulté de ce dernier problème se réduit à développer le logarithme népérien du module θ en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de $e^{\psi\sqrt{-1}}$. Ce n'est pas tout; je démontre que la dérivée du logarithme népérien de θ, prise par rapport à ψ, peut se décomposer en facteurs dont chacun est une puissance positive ou négative d'un binôme de la forme

$$1 - \mathrm{a}e^{\pm(\psi-\alpha)\sqrt{-1}}.$$

Donc on pourra développer immédiatement le logarithme de cette dérivée, suivant les puissances ascendantes de l'exponentielle

$$e^{\psi\sqrt{-1}},$$

et, pour effectuer ce développement, il suffira de recourir à la formule connue

$$\mathrm{l}(1-x) = -\left(x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \ldots\right).$$

On reviendra ensuite, par la méthode logarithmique, de ce développement à celui de la dérivée elle-même, et par conséquent au développement du logarithme du module de θ. Enfin, après avoir déduit de ce dernier développement celui du logarithme de $\mathcal{A}_{n'}$, on en tirera, par une seconde application de la méthode logarithmique, le développement même de $\mathcal{A}_{n'}$.

» Au reste, je donnerai dans un prochain article les résultats mêmes du calcul que je viens seulement d'indiquer, et je terminerai cette Note par une observation relative à quelques formules contenues dans mon dernier Mémoire.

» Comme je l'ai dit à la page 57, si l'on pose

$$[s]_n = \frac{s(s+1)\ldots(s+n-1)}{1.2\ldots n},$$

et

$$\Theta_n = [s]_n \theta^n \left[1 + \frac{s+n}{n+1}\theta^2 + \frac{s+n}{n+1}\frac{s+n+1}{n+2}\theta^4 + \ldots\right],$$

θ étant un nombre inférieur à l'unité, on aura, non-seulement

$$(1) \qquad (1-x)^{-s} = 1 + [s]_1 x + [s]_2 x^2 + \ldots,$$

mais encore

$$(2) \qquad (1-\theta e^{p\sqrt{-1}})^{-s}(1-\theta e^{-p\sqrt{-1}})^{-s} = \Theta_0 + \Sigma\Theta_n(e^{np\sqrt{-1}} + e^{-np\sqrt{-1}}),$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières et positives de x. Il y a plus: si, en supposant $r < \theta$, on remplace, dans la formule (2),

$$e^{p\sqrt{-1}} \quad \text{par} \quad \frac{e^{p\sqrt{-1}}}{r},$$

on en conclura

$$(3)\quad \left(1-\frac{\theta}{r}e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s}\left(1-\theta r e^{-p\sqrt{-1}}\right)^{-s}=\Theta_0+\Sigma\Theta_n\left(r^{-n}e^{np\sqrt{-1}}+r^{n}e^{-np\sqrt{-1}}\right).$$

Donc les deux produits

$$\Theta_n r^{-n} \quad \text{et} \quad \Theta_n r^{n}$$

seront les coefficients des exponentielles

$$e^{np\sqrt{-1}}, \quad e^{-np\sqrt{-1}},$$

dans le développement de l'expression

$$\left(1-\frac{\theta}{r}e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s}\left(1-\theta r e^{-p\sqrt{-1}}\right)^{-s}.$$

D'ailleurs on a

$$1-\theta r e^{-p\sqrt{-1}}=1-\theta^2-\theta r\,\frac{1-\frac{\theta}{r}e^{p\sqrt{-1}}}{e^{p\sqrt{-1}}},$$

et par conséquent,

$$(4)\qquad 1-\theta r e^{-p\sqrt{-1}}=(1-\theta^2)\left(1-\lambda r\,\frac{1-\frac{\theta}{r}e^{p\sqrt{-1}}}{e^{p\sqrt{-1}}}\right),$$

la valeur de λ étant

$$(5)\qquad \lambda=\frac{\theta^2}{1-\theta^2};$$

et de la formule (1), jointe à la formule (4), on conclut

$$\left(1-\frac{\theta}{r}e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s}\left(1-\theta r e^{-p\sqrt{-1}}\right)^{-s}$$

$$=(1-\theta^2)^{-s}\left[\left(1-\frac{\theta}{r}e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s}+[s]_1\lambda r e^{-p\sqrt{-1}}\left(1-\frac{\theta}{r}e^{p\sqrt{-1}}\right)^{-s+1}+\text{etc.}\right].$$

Or, de cette dernière équation, comparée à la formule (7), on tirera

$$\Theta_n\theta^{-n}=(1-\theta^2)^{-s}\left\{[s]_n+[s]_1[s-1]_{n+1}\lambda+[s]_2[s-1]_{n+2}\lambda^2+\ldots\right\},$$

et

$$\Theta_n\theta^{n}=(1-\theta^2)^{-s}\lambda^n\left\{[s]_n+[s]_{n+1}[s-n+1]_1\lambda+[s]_{n+2}[s-n+2]_2\lambda^2+\ldots\right\},$$

et l'on se trouvera ainsi ramené aux équations (10), (11), (12) de la page 58. Donc, si l'on veut rendre complétement rigoureuse la méthode que nous avons suivie pour établir ces formules, il suffira de concevoir que, dans le rapport

$$\frac{e^{p\sqrt{-1}}}{\theta},$$

l'exponentielle $e^{p\sqrt{-1}}$ se trouve multipliée par un facteur $\frac{\theta}{r} < 1$, qui peut d'ailleurs différer aussi peu que l'on voudra de l'unité. »

ASTRONOMIE. — *Éléments paraboliques de l'orbite de la comète découverte à l'Observatoire de Paris par* M. **Victor Mauvais.**

« J'ai l'honneur de présenter le résultat des calculs auxquels je me suis livré dans le cours de cette semaine, sur la comète que j'ai découverte le 7 juillet, et dont M. *Arago* a bien voulu entretenir l'Académie dans sa dernière séance.

» Malgré le mauvais temps, nous avons pu, en profitant de quelques éclaircies, faire cinq bonnes observations de cet astre; j'ai choisi celles du 8, du 10 et du 12 pour servir de base au calcul, et voici les éléments paraboliques que j'en ai déduits :

Éléments paraboliques.

Passage au périhélie, 1844, octobre	14,7681 t. m. de Paris.
Logarithme de la distance périhélie	9,8817875 ($q = 0,7617$)
Longitude du périhélie	176° 35′ 42″
Longitude du nœud ascendant	35° 37′ 42″
Inclinaison	49° 41′ 23″
Sens du mouvement héliocentrique	Rétrograde.

» On peut remarquer la grande distance qui nous sépare de l'instant du passage au périhélie ; ce passage n'aura lieu que dans trois mois, et il n'y a pas moins de 100 degrés d'anomalie à parcourir pour atteindre ce point.

» La comète est en ce moment très-éloignée du Soleil; sa distance est de 1,8, elle diminuera insensiblement à mesure que nous approcherons de l'instant du périhélie, la distance sera alors 0,76 seulement; il y aura une époque intermédiaire où cette distance sera égale à 1 (égale à la distance de la Terre au Soleil); il y avait donc lieu de rechercher quelles doivent être les positions respectives de la Terre et de la comète à cet instant.

» Si une rencontre *pouvait* avoir lieu, ce serait au moment du passage de

la comète par le nœud, quand elle traverse l'écliptique, ce qui aura lieu le 24 septembre prochain : alors sa distance au Soleil sera de 0,86 ; elle passera donc en dedans de l'orbite de la Terre à une distance de 0,14 seulement (4 millions de lieues environ), ce qui est déjà une distance très-considérable; mais de plus, à ce moment, la Terre sera en un point de l'écliptique éloigné de 146 degrés de celui près duquel se trouvera la comète. Ainsi il n'y a aucune possibilité de rencontre, les deux astres resteront toujours très-éloignés l'un de l'autre.

» Nous avons lieu d'espérer que cette comète pourra être observée très-longtemps; peut-être même la reverra-t-on dans l'hémisphère austral après le périhélie.

» Je joins à ces éléments les cinq observations que nous avons faites depuis le jour de la découverte.

DATES.	TEMPS MOYEN de Paris compté de midi.	ASCENSION DROITE apparente de la comète.	DÉCLINAISON apparente.
7 juillet 1844......	$13^h\ 1^m\ 0^s$	247° 29′ 48″	+ 46° 14′ 52″
8............	11. 9.32	246. 2.36	+ 45.51.41
10............	10.37. 9	242.59. 3	+ 44.55.58
11............	10.22.51	241.29.23	+ 44.25.31
12............	11.35.36	239.56.32	+ 43.51.21

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un bâti à essieux convergents pour locomotives et wagons des chemins de fer, présenté par* M. SERMET DE TOURNEFORT.

(Commissaires, MM. Morin, Piobert rapporteur.)

« Les locomotives et les wagons employés sur les chemins de fer sont généralement établis sur des trains à essieux parallèles, tournant avec les roues fixées près de leurs extrémités. Cette disposition très-simple permet de donner une très-grande solidité à toutes les parties du système; malheureusement elle ne peut convenir que pour le cas du parcours de la voie en ligne droite,

en vue duquel elle a été conçue; encore exige-t-elle, pour remplir ce but, que les rayons des roues accouplées ensemble soient parfaitement égaux, que non-seulement les axes des essieux soient parallèles, mais que, de plus, leur direction soit perpendiculaire à celle de la voie, lorsque les roues reposent sur les rails. Comme dans la pratique il est impossible qu'un matériel en service remplisse constamment toutes ces conditions, il a été nécessaire d'adopter quelques dispositions pour remédier au défaut de précision et pour permettre aux roues fixées sur un même essieu de parcourir les développements inégaux que présentent les deux rails, dans les parties qui ne sont pas tracées en ligne droite. Mais on sait que, par ces nouvelles dispositions, on introduit plusieurs inconvénients : la forme conique des jantes occasionne des mouvements latéraux dits *de lacet;* le rétrécissement de la voie ôte aux voitures toute leur stabilité, et, malgré ces sacrifices, le système ne peut marcher sur les courbes, même de très-grands rayons, sans une augmentation considérable dans les résistances. Enfin, dans cette circonstance, un défaut bien plus grave résulte du parallélisme des essieux; c'est l'obliquité obligée du plan des roues par rapport à la direction des rails, dont les côtés ou joues intérieures sont nécessairement rencontrés par le rebord ou bourrelet de la roue extérieure de devant, et par celui de la roue intérieure de derrière. A cause de la force centrifuge qui tend à porter tout le système du côté de la première roue, c'est son rebord qui agit contre le rail; l'effet qui a lieu entre ces parties est le même que celui qui se produit entre les mâchoires d'une cisaille qui mordent l'une sur l'autre, et l'on sait que ce mode d'action est des plus énergiques; on a, d'ailleurs, la preuve de l'effort énorme exercé dans l'usure du bourrelet des jantes et dans la grande quantité de parcelles de fer enlevées aux rails à l'état incandescent. S'il existe un défaut sur la joue intérieure d'un rail, ou le plus léger ressaut à la jonction bout à bout de cette joue avec celle du rail suivant, cet obstacle s'oppose au glissement du rebord de la roue; celle-ci tend à monter sur le rail et à le franchir. Lorsque cet effet est produit, rien ne s'oppose plus au déraillement, tandis qu'alors la résistance éprouvée par la roue fait diriger la voiture de ce côté, et aide la force centrifuge à la lancer hors de la voie. Dans le cas d'une marche à grande vitesse, le choc de la roue peut être assez violent pour briser l'essieu, courber et enlever le rail; les grandes catastrophes éprouvées sur les chemins de fer n'ont souvent pas d'autre cause. On a plusieurs fois appelé l'attention de l'Académie sur ce sujet, depuis que MM. Arago et Poncelet ont signalé les inconvénients du système à essieux parallèles fixés sur les roues; l'un de nous a aussi montré la

grande économie que d'autres dispositions pouvaient apporter dans la force motrice et dans l'exécution du chemin (1). Malheureusement l'administration a cru ne devoir s'occuper que de la partie inerte des chemins de fer, de l'établissement de la voie, pour laquelle elle s'est entourée de conseils, et a consulté tous les hommes de l'art; tandis que la construction de la partie mobile, celle dont les combinaisons peuvent avoir tant d'importance dans la locomotion rapide des voyageurs, a été abandonnée à la discrétion des compagnies industrielles, dont l'intérêt particulier est de suivre les anciens errements, quelque dangereux qu'ils puissent être, afin de se soustraire à toute responsabilité, relativement aux accidents qu'il est toujours difficile de prévenir complétement dans les transports à grande vitesse.

» Vos Commissaires, ayant eu plusieurs fois mission d'étudier les effets du mouvement et du choc de corps animés de vitesses encore plus grandes, reconnaissent trop combien le système actuel peut compromettre la sécurité publique, pour qu'il ne soit pas de leur devoir de signaler, en toute occasion, les dangers qu'il présente : par le même motif, ils croient digne de l'intérêt de l'Académie toute proposition qui tendrait à diminuer ces dangers.

» On a cherché, à différentes reprises, les moyens de faire converger les essieux des locomotives et des wagons vers le centre de courbure de la voie, afin qu'ils fussent toujours perpendiculaires à la direction parcourue; mais, bien que, jusqu'ici, les moyens présentés ne remplissent pas rigoureusement cette condition, surtout dans les changements de tracés, il n'en est pas moins à regretter que leur complication, nécessairement plus grande que dans le système actuel, si simple et si solide, ait empêché les compagnies de les appliquer en grand.

» Le dispositif présenté dans le même but, par M. Sermet de Tournefort, se compose de trois trains à essieux tournant avec les roues, comme dans le système actuel; mais l'essieu de devant et celui de derrière, au lieu d'être fixés au châssis, sont assujettis chacun à une pièce nommée *porte-essieu*, qui tourne autour d'une cheville ouvrière placée à égale distance de son essieu et de celui du milieu de la voiture. Chaque porte-essieu peut être fixé au châssis dans trois positions différentes, suivant qu'un verrou placé verticalement s'engage dans l'une ou l'autre des trois ouvertures qu'il présente. Dans l'une des positions, l'essieu est parallèle à celui du milieu; dans les deux autres, il ren-

---

(1) Séances du 13 décembre 1841 et du 31 janvier 1842 (*Comptes rendus*, t. XIII, page 1079, et t. XIV, page 191).

contre ce dernier à 100 mètres à droite ou à 100 mètres à gauche. Pour le passage d'une position à une autre, le verrou est soulevé par un rail saillant placé au milieu de la voie, à tous les raccordements de lignes droites et de lignes courbes, sur une longueur égale à trois fois celle de la locomotive; la liberté étant rendue aux trains à mesure qu'ils s'engagent sur cette détente, ils prennent, d'après l'auteur, la direction qui leur convient, et, à leur sortie, les verroux ne sont plus soulevés, descendent ou se referment en fixant successivement chacun d'eux dans la nouvelle position.

» Comme il est nécessaire que les roues accouplées sur le même essieu aient des rayons tantôt égaux, pour parcourir les lignes droites, tantôt inégaux dans le rapport des longueurs des rails sur lesquels elles reposent respectivement dans les tracés en ligne courbe, l'auteur hésite entre deux moyens qu'il peut adopter : la forme conique donnée ordinairement aux roues, ou la double jante qui leur permet de rouler successivement sur deux circonférences de diamètres différents; l'une et l'autre de ces dispositions ont leurs avantages et leurs inconvénients.

» Comme on le voit, l'auteur n'est pas fixé sur le mode d'exécution de cette partie importante du système; il en est de même pour d'autres parties de son projet. Nous ne pouvons donc l'examiner que dans son ensemble et d'une manière générale. Il est d'abord à remarquer qu'il ne présente pas une solution géométrique du problème proposé, les conditions à remplir n'étant pas rigoureusement satisfaites au raccordement des voies droites et courbes; en effet, tout essieu engagé seul sur l'une d'elles ne peut pas lui être perpendiculaire, tant que les deux autres essieux restent perpendiculaires à l'autre voie, à cause de la position obligée qui en résulte pour la cheville ouvrière, autour de laquelle le premier essieu doit pivoter. Aussi l'auteur a-t-il été forcé de rendre aux trains leur liberté pendant plus de temps qu'il ne le faudrait dans le cas d'une solution exacte, afin de permettre aux deux autres essieux de quitter leur position normale et de céder dans cette opposition de mouvement; mais alors, indépendamment du défaut de convergence de tous les essieux, il arrive encore que le mouvement de chacun des trains n'est pas déterminé d'une manière certaine, et il serait à craindre que l'un des essieux ne prenant pas la direction convenable au tracé, au moment où il dépasse le rail central, le train ne puisse plus être fixé par la descente du verrou. L'auteur, auquel cet inconvénient a été signalé, pense qu'il serait possible d'y remédier par un déplacement latéral du véhicule, qu'on obtiendrait en faisant conduire tous les essieux par le rail central qui s'engagerait dans une gorge formée sur leur milieu par deux collets en saillie : disposition qui, selon lui, ne donnerait lieu

qu'à de légers frottements pour obtenir la déviation exigée; mais le moindre obstacle qu'une roue rencontrerait dans le moment critique de liberté des trains pourrait déranger cette combinaison et occasionner des accidents.

» En résumé, le bâti à essieux convergents pour locomotives et wagons des chemins de fer, qui a été présenté par M. Sermet de Tournefort, est disposé de manière à pouvoir parcourir les voies rectilignes et les cercles de 100 mètres de rayon; mais la liberté accordée simultanément à tous les trains pendant un parcours de plus de deux longueurs de locomotives, à chaque raccordement de lignes droites et courbes, est susceptible de donner lieu à des inconvénients dont l'expérience peut seule faire connaître la gravité. Vu l'importance dont serait la solution de la question, votre Commission émet le vœu que l'auteur fasse les essais nécessaires pour arrêter définitivement toutes les parties de son projet, et elle a l'honneur de vous proposer de le remercier de sa communication. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur l'influence de l'eau sur la végétation des forêts; par* M. E. Chevandier. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Arago, Chevreul, de Jussieu.)

« Dans un Mémoire précédent, auquel l'Académie a bien voulu donner son approbation, j'ai démontré que 1 hectare de futaie de hêtre, dans les Vosges, et dans de bonnes circonstances locales, produit annuellement en moyenne 3 650 kilogrammes de bois exportable, dans lesquels l'analyse élémentaire constate la présence de

1 800 kilogrammes de carbone,
26 kilogrammes d'hydrogène libre,
34 kilogrammes d'azote,
50 kilogrammes de cendres.

» L'indulgence avec laquelle ce premier travail a été accueilli me faisait un devoir de continuer mes recherches sur la production des forêts, sur les variations qu'elle éprouve et sur les causes qui peuvent les amener. Mais avant d'étudier celles de ces causes qui sont les plus générales, et qui ont fixé jusqu'à présent l'attention à peu près exclusive des forestiers, j'ai voulu déterminer quelle relation il pouvait exister entre la quantité des eaux sous l'in-

fluence desquelles la végétation s'accomplit, et celle des produits obtenus.

» En recherchant les opinions émises à cet égard, je n'ai trouvé que des idées vagues dont je ne pouvais m'aider dans mes appréciations, ou des idées plus précises, mais conçues à priori, et fondées sur des considérations générales et non sur l'observation directe.....

» Pour éclairer convenablement ces questions, il était nécessaire d'étudier isolément la marche de l'accroissement sur un grand nombre d'arbres placés dans des conditions identiques de sol et de climat, mais dans des circonstances variables relativement à l'action des eaux.

» Tel est le but que je me suis proposé dans ce travail.

» Avant d'exposer la méthode que j'ai suivie, je prie l'Académie de me permettre de lui soumettre les principaux résultats auxquels je suis arrivé dans une série d'observations sur des sapins coupés dans le grès des Vosges. Mais, avant d'énoncer ces résultats, je dois dire qu'ils sont déduits d'un grand nombre de faits particuliers, et qu'ils ne sont par conséquent vrais que comme expression des moyennes trouvées par l'expérience.

» Si l'on représente par 1 l'accroissement annuel d'un sapin dans les terrains fangeux du grès vosgien, cet accroissement moyen correspondra, à très-peu de chose près, à 2 dans les terrains secs; il sera compris entre 4 et 5 pour les terrains disposés de manière à recueillir les eaux de pluie qui s'écoulent des chemins ou des pentes les plus rapides; et il sera un peu plus fort que 6 pour les terrains où l'infiltration des eaux des ruisseaux entretient une fraîcheur permanente.

» Pour résumer ainsi la question en termes simples et généraux, il était nécessaire de ramener à une même espèce d'unités les différentes parties de chaque arbre, qui, après l'exploitation, sont converties soit en bois de service évalué en mètres cubes, soit en bois de feu évalué en stères, soit enfin en fagots composés des menus branchages.

» J'ai réduit le tout en kilogrammes de bois parfaitement sec au moyen de facteurs qui seront donnés dans les notes jointes à ce Mémoire, et je suis arrivé ainsi à représenter chaque arbre par un poids total, et son accroissement moyen annuel par une fraction de ce poids, en faisant abstraction du développement relatif de la tige et des branches.

» J'ai recherché, en outre, dans les forêts dont l'exploitation m'est confiée, toutes les localités où, dans le même sol et à des expositions pareilles, je trouverais des arbres de même essence végétant dans des conditions différentes relativement à l'action des eaux. J'ai coupé un assez grand nombre de ces

arbres, en tenant soigneusement compte de leur âge et de toutes les circonstances qui avaient pu influer sur leur accroissement.....

» En comparant des arbres quelconques de même âge et venus dans le même terrain, les différences d'accroissement, dues à l'action des eaux, sont constantes et toutes dans le sens des moyennes que j'ai énoncées en me bornant à considérer les sapins.

» Voici les chiffres qui ont servi de base à ces moyennes, et qui expriment l'accroissement annuel d'un sapin en bois sec :

	kil.		ans.
Terrains fangeux....................	1,84;	âge moyen des sapins coupés...	101,88
Terrains secs.......................	3,43;	âge moyen des sapins coupés...	71,57
Terrains arrosés par les eaux de pluie...	8,25;	âge moyen des sapins coupés...	74,45
Terrains arrosés par les eaux courantes.	11,57;	âge moyen des sapins coupés...	99,45

....

» Pour mieux faire ressortir de quel intérêt des considérations de cette nature sont pour tous les propriétaires de forêts, il me suffira d'ajouter à ces moyennes les chiffres qui, dans mes expériences, représentent les cas extrêmes. Ces chiffres sont, pour l'accroissement annuel de sapins, d'environ 100 ans,

Dans les terrains fangeux, moins de 1 kilogramme;
Dans les terrains secs, moins de 3 kilogrammes;
Dans les terrains arrosés, environ 20 kilogrammes;

ce qui donne pour poids total d'un arbre de 100 ans :

100 kilogrammes correspondant à $\frac{1}{3}$ de stère,
300 kilogrammes correspondant à 1 stère,
ou 2000 kilogrammes correspondant à 7 stères,

suivant les circonstances dans lesquelles cet arbre a végété. Et si l'on calcule la valeur d'un tel arbre, en tenant compte de la différence des prix des bois d'après leur grosseur, on arrive à cette conséquence, qu'une semence de sapin pourra produire, au bout de cent années et suivant les quantités d'eau qui ont abreuvé le sol sur lequel elle s'est développée, un arbre valant sur pied 1f.50c., ou 7 francs, ou 85 francs.

» Ces rapprochements démontrent toute l'importance du sujet dont je m'occupe; ils font pressentir l'influence qu'une culture méthodique des forêts pourrait exercer sur la richesse publique, et ils conduisent à cette conclusion naturelle, qu'un système d'irrigation bien entendu peut augmenter considéra-

blement les produits des forêts, surtout dans les montagnes où la rapidité des pentes, l'exposition aux rayons du soleil, l'action des vents, et enfin les déboisements excessifs amènent si fréquemment l'aridité plus ou moins grande du sol.

» Ces irrigations seront faciles à établir partiellement toutes les fois qu'un ruisseau descendra la pente des montagnes....

» J'ai essayé d'y suppléer en utilisant sur place la totalité des eaux pluviales, et je réclamerai encore pour quelques instants la bienveillante attention de l'Académie pour exposer la méthode que j'ai suivie.....

» Si donc on arrête l'eau sur chaque point de la montagne, si on la force pour ainsi dire à s'y fixer, on aura réalisé une des conditions les plus favorables à la végétation.

» C'est ce que j'ai tenté de faire en établissant sur des pentes sèches des séries de fossés horizontaux, sans ouvertures, destinés à recevoir les eaux et à les arrêter.

» Ces fossés ont de $0^{m},75$ à 1 mètre de largeur et de profondeur; ils sont disposés de manière à partager la montagne en zones horizontales, ayant en moyenne de 12 à 15 mètres de largeur; les eaux des pluies viennent s'y réunir et pénètrent plus ou moins lentement dans le sol.

» De cette manière toute l'eau qui s'écoule d'une de ces zones profite à celle qui lui est immédiatement inférieure. Les eaux pluviales sont uniformément réparties sur toute la montagne. La zone la plus élevée elle-même reçoit par infiltration une partie des eaux qui tombent sur le sommet de la montagne, toutes les fois que celle-ci se termine par un plateau.

» La dépense n'est pas très-élevée; je viens d'appliquer ce procédé, comme essai, dans les forêts de la manufacture des glaces de Cirey, sur environ 8 hectares, et les frais ont été de $0^{f.}07^{c.}$ par mètre courant, et en moyenne de 40 francs par hectare.

» Ces fossés pourront presque toujours être facilement entretenus par les gardes. Indépendamment de leur avantage comme irrigation, ils mettront un terme à cet appauvrissement du sol des côtes rapides que les pluies entraînent aujourd'hui dans les vallées. En enmagasinant les eaux dans les flancs des montagnes, ils régulariseront leur débit et contribueront à diminuer ces débordements funestes qui suivent souvent les pluies trop abondantes.

» Enfin, en ramenant la fertilité sur des revers aujourd'hui arides, en l'augmentant sur les autres, ils permettront l'amélioration successive des forêts, non-seulement par l'augmentation de leurs produits, mais aussi par la culture des essences les plus précieuses. »

BOTANIQUE. — *Mémoire sur le phénomène de la coloration des eaux de la mer Rouge ; par* M. MONTAGNE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Ad. Brongniart, Richard, Gaudichaud.)

« M. Montagne consacre la première partie de son Mémoire à la discussion des diverses étymologies qu'on a données du nom de *mer* Rouge ; il fait voir que tout ce que les anciens et les modernes ont dit à ce sujet ne peut soutenir l'examen, et il pense que le phénomène dont il va donner l'histoire est seul propre à rendre raison de cette dénomination.

» Une algue recueillie dans le golfe Arabique par M. Évenor Dupont fut remise à l'auteur par M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire. Examinée et trouvée digne d'intérêt, M. Montagne demanda quelques renseignements sur sa découverte, et la Lettre suivante, adressée par le voyageur à son ami, ne tarda pas à lui parvenir :

« ... Le 8 juillet dernier (1843), j'entrai dans la mer Rouge par le détroit » de Bab-el-Mandeb sur le paquebot à vapeur l'*Atalanta,* appartenant à la » Compagnie des Indes.... Le 15 juillet, le brûlant soleil d'Arabie m'éveilla » brusquement en brillant tout à coup à l'horizon, sans crépuscule et dans » toute sa splendeur. Je m'accoudai machinalement sur une fenêtre de » poupe, pour y chercher un reste d'air frais de la nuit avant que l'ardeur » du jour l'eût dévoré. Quelle ne fut pas ma surprise de voir la mer teinte » en rouge aussi loin que l'œil pouvait s'étendre derrière le navire! Je courus » sur le pont, et de tous côtés je vis le même phénomène.

» J'interrogeai alors les officiers. Le chirurgien prétendit qu'il avait » déjà observé ce fait, qui était, selon lui, produit par du frai de pois» son flottant à la surface ; les autres dirent qu'ils ne se rappelaient pas » l'avoir vu auparavant. Tous parurent surpris que j'y attachasse quelque » intérêt.

» S'il fallait décrire l'apparence de la mer, je dirais que sa surface était » partout couverte d'une couche serrée, mais peu épaisse, d'une matière fine » d'un rouge de brique un peu orangé. La sciure d'un bois de cette couleur, » de l'acajou par exemple, produirait à peu près le même effet.

» Il me sembla, et je le dis alors, que c'était une plante marine; personne » ne fut de mon avis. Au moyen d'un seau attaché au bout d'une corde, je fis » recueillir par l'un des matelots une certaine quantité de la substance; puis » avec une cuiller je l'introduisis dans un flacon de verre blanc, pensant » qu'elle se conserverait mieux ainsi. Le lendemain, la substance était devenue

» d'un violet foncé, et l'eau avait pris une jolie teinte rose. Craignant alors » que l'immersion ne hâtât la décomposition au lieu de l'empêcher, je vidai » le contenu du flacon sur un linge de coton (le même que je vous ai remis); » l'eau passa à travers, et la substance adhéra au tissu. Je dois ajouter que, le » 15 juillet, nous étions par le travers de la ville égyptienne de Cosséir; que » la mer fut rouge toute la journée; que le lendemain 16 elle le fut de même » jusque vers midi, heure à laquelle nous nous trouvions en face de Tor, » petite ville arabe dont nous apercevions les palmiers dans une oasis au bord » de la mer, au-dessous de la chaîne de montagnes qui descend du Sinaï » jusqu'à la plage sablonneuse. Un peu après midi, le 16, le rouge disparut, et » la surface de la mer redevint bleue comme auparavant. Le 17 nous jetions » l'ancre à Suez. La couleur rouge s'est conséquemment montrée depuis le 15 » juillet, vers cinq heures du matin, jusqu'au 16, vers une heure après midi, » c'est-à-dire pendant trente-deux heures. Durant cet intervalle, le paque- » bot filant huit nœuds à l'heure, comme disent les marins, a parcouru un » espace de 256 milles ou 85 $\frac{1}{3}$ lieues. »

» Comme l'algue de la mer Rouge n'avait encore été inscrite dans aucun ouvrage général et que les classifications les plus modernes sur les Hydrophytes n'en faisaient nulle mention, elle fut tenue quelque temps pour nouvelle, jusqu'à ce que M. Montagne ait enfin reconnu qu'elle avait été déjà vue vingt ans auparavant dans la baie de Tor; que M. Ehrenberg, qui l'y avait observée, en avait fait, sous le nom de *Trichodesmium*, un genre nouveau d'Oscillatoriée, et qu'enfin il avait publié ce genre, non dans un recueil de Botanique, mais dans les *Annales de Poggendorff*, journal allemand de Physique et de Chimie.

» Après avoir donné une traduction du récit que fait M. Ehrenberg de sa découverte et des circonstances qui l'accompagnèrent, dont l'une des plus remarquables est une sorte de périodicité dans l'apparition de la plante, M. Montagne établit ainsi qu'il suit les caractères du genre *Trichodesmium* :

» Fila libera, membranacea, tranquilla, simplicia, septata, fasciculata, fasciculis discretis muco obvolutis.

» Algæ sociales rubro-sanguineæ, demum virides, superficiei maris immenso grege innatantes.

» CHAR. SPEC. — *Trichodesmium Erythræum*, Ehrenb. Filis libere natantibus membranaceis ancipitibus? in fasciculos minutos fusiformes et muco involutos paralleliter conjunctis, articulatis, articulis diametro subduplo brevioribus, geniculis æqualibus constrictis aut exstantibus.

» Les caractères physiques et naturels de cette algue sont ensuite exposés

avec détail, et sa place indiquée dans le système à côté du genre *Microcoleus* par l'auteur, qui communique enfin, dans un appendice, deux nouveaux faits propres à prouver péremptoirement que le phénomène de la mer Rouge est plus général qu'on ne se l'imaginerait au premier abord. Mais le premier de ces faits ayant été déjà publié dans les *Recherches de Géologie* de M. Darwin, il ne sera question ici que du second encore inédit, et que l'auteur doit à M. Berkeley.

» M. le docteur Hinds, embarqué sur *le Sulphur*, pour une exploration des côtes occidentales de l'Amérique du Nord, observa d'abord, le 11 février 1836, près des îles Abrolhos, la même algue sans doute qu'y avait vue M. Darwin à la même époque. Cette algue se remontra plusieurs jours de suite. Quelques échantillons en ayant été portés à M. Hinds, il s'aperçut qu'il s'en échappait une odeur pénétrante qu'on avait crue jusque-là provenir du navire; cette odeur ressemblait beaucoup à celle qui s'exhale du foin mouillé. Au mois d'avril 1837, *le Sulphur* étant à l'ancre à Libertad, près San-Salvador, dans l'océan Pacifique, M. Hinds revit une autre fois la même algue.

» Une brise de terre la poussa pendant trois jours en masses très-denses autour du navire. La mer présentait le même aspect qu'aux îles Abrolhos; mais l'odeur était encore plus pénétrante et plus désagréable; elle détermina, chez un grand nombre de personnes, une irritation de la conjonctive, qui fut suivie d'une abondante sécrétion de larmes. M. Hinds en ressentit lui-même l'influence. L'algue en question constitue une espèce distincte du genre *Trichodesmium*, que l'auteur nomme *T. Hindsii*. Elle diffère de celle de la mer Rouge, et par ses dimensions et par son odeur.

Conclusions.

» De tous les faits, soit déjà connus, soit absolument nouveaux et encore inédits que contient ce Mémoire, on peut conclure :

» 1°. Que le nom de mer Rouge, donné d'abord par Hérodote, puis par les Septante au golfe Arabique, tire vraisemblablement son origine du phénomène de la coloration (périodique?) de ses eaux;

» 2°. Que ce phénomène, observé pour la première fois en 1823 par M. Ehrenberg dans la seule baie de Tor, puis revu vingt ans après, mais avec des dimensions vraiment gigantesques, par M. Évenor Dupont, est dû à la présence d'une algue microscopique *sui generis*, flottant à la surface de la mer, et moins remarquable encore par sa belle couleur rouge que par sa prodigieuse fécondité;

» 3°. Que la coloration en rouge des eaux du lac de Morat, par une

Oscillatoire qu'a décrite de Candolle, a les plus grands rapports avec celle du golfe Arabique, quoique les deux plantes soient génériquement bien distinctes;

» 4°. Que, comme on est en droit de le supposer, d'après les relations des navigateurs qui mentionnent des exemples frappants de la coloration en rouge des eaux de la mer, ces curieux phénomènes, pour n'avoir été observés que tout récemment, n'en ont sans doute pas moins existé de tout temps;

» 5°. Que cette coloration insolite des mers ne reconnaît pas exclusivement pour cause, ainsi que semblent le croire Péron et quelques autres, sans doute parce qu'ils étaient surtout zoologistes, la présence de mollusques et d'animalcules microscopiques, mais qu'elle est due souvent aussi à la reproduction, peut-être périodique, toujours très-féconde, de quelques algues inférieures et en particulier du singulier genre *Trichodesmium;*

» 6°. Enfin que le phénomène dont il s'agit, quoique restreint le plus ordinairement entre les tropiques, n'est pourtant pas limité, soit à la mer Rouge, soit même au golfe d'Oman, mais que, beaucoup plus général, il se manifeste encore dans d'autres mers, dans les océans Atlantique et Pacifique par exemple, ainsi qu'il résulte des documents inédits de M. le docteur Hinds, communiqués par M. Berkeley. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur le climat de la France; par* M. **Fuster**; deuxième Mémoire. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Ce nouveau Mémoire a pour objet uniquement l'état du climat de la France à l'époque de la conquête de César, cinquante ans avant l'ère chrétienne. La Gaule, à l'époque dont il s'agit, essuyait un froid intense, opiniâtre et long. Sans doute il est impossible, faute de mesures, d'assigner exactement le degré de ce froid; mais, suivant moi, il résulte de tous les témoignages contemporains: 1° que ce froid égalait celui de nos hivers les plus rudes; 2° que les descriptions que les auteurs anciens nous ont données de ce climat s'appliquent bien réellement au climat de la Gaule entre l'Océan et le Rhin; 3° que ces descriptions indiquent un état habituel.

» Le commencement de la saison rigoureuse peut se conclure de l'époque à laquelle les troupes de César prenaient leurs quartiers d'hiver; or cette époque devait correspondre habituellement à l'équinoxe de septembre, comme le prouvent directement ou indirectement plusieurs passages des Commentaires. Ainsi, dans le premier livre, César annonce l'entrée des troupes dans les

quartiers d'hiver *un peu plus tôt que la saison ne l'exigeait* (1); dans le troisième livre, il dit que quelques nations refusèrent de se soumettre, *parce qu'elles comptaient sur l'approche de l'hiver,* et qu'il s'engagea dans une nouvelle campagne, *bien que l'été touchât à sa fin, parce qu'il espérait la terminer en peu de temps* (2); enfin, dans le septième livre, il met ses troupes en mouvement aux approches de la fin de l'hiver, *parce que la saison permettait de combattre* (3). C'est *la rigueur de la saison,* notamment *le froid insupportable et la violence des tempêtes* (4), selon le texte des Commentaires, qui lui font surtout un devoir de faire rentrer ses troupes vers l'équinoxe d'automne. Il ne les retient sous les armes, passé cette époque et durant l'hiver, que dans les cas d'urgence.

» La vigne et le figuier ne vivaient pas sous cette région. La vigne s'arrêtait derrière les Cévennes, en deçà du Vivarais et au-dessous du Dauphiné. Elle était ainsi bien loin de la hauteur qu'elle occupe aujourd'hui. La différence au profit de notre époque est de près de 4 degrés de latitude à l'ouest (sans compter qu'elle n'existait pas dans la région océanique au delà des Cévennes), de 4°,5 au centre et de 3 degrés au moins du côté de l'est. La culture du figuier était encore plus restreinte, puisqu'elle se trouvait reléguée au pied des Cévennes, à 5 degrés de latitude plus bas qu'à présent.

» Après avoir cherché à établir la rigueur extrême du climat de la Gaule au temps de César, je m'attache, dans mon Mémoire, à montrer qu'il n'en pouvait être autrement, en raison des circonstances locales et de l'état des contrées voisines.

» D'immenses forêts occupaient alors la plus grande partie de la Gaule. Des forêts non moins touffues couvraient au loin les contrées du voisinage; c'étaient : à l'est la forêt Hercynie (forêt Noire), au nord la forêt de la Thuringe, la forêt des Ardennes, les forêts vierges du Danemark, de la Suède et de la Norwége.

» En outre, le sol de la Gaule, profondément imprégné d'humidité, présentait une multitude d'étangs, de lacs, de marais et de marécages. Toutes les régions contiguës à la Gaule, le pays compris entre le Rhin, la mer Baltique et le Pont-Euxin, n'offraient également, du nord à l'est, que des terres incultes, des fleuve sujets à de fréquents débordements et des amas d'eau

(1) § 54.
(2) § 27, 28.
(3) § 32.
(4) Lib. VII, § 8; lib. VIII, § 4, 5, etc.

stagnante; un immense marais cachait aussi presque en totalité les plaines devenues depuis les Flandres, la Belgique et la Hollande. Toutes ces eaux des terres basses étaient gelées aux premiers froids; et quant aux montagnes elles offraient aussi, sur divers points, d'immenses surfaces de glace. Il paraît, en effet, d'après les travaux récents de MM. Agassiz et Boubée, que les glaciers des Alpes et des Pyrénées étaient encore plus grands, plus nombreux et descendaient plus bas qu'aujourd'hui. Ces géologues ne doutent même pas que ces montagnes tout entières et les plaines des environs dans plusieurs points, ne soient restées longtemps, à une époque correspondante à celle-ci, couvertes de glaces comme les régions polaires (1). En dehors de la Gaule, au delà du Rhin, le continent de l'Europe, plus septentrional ou plus sauvage, offrait à plus forte raison les mêmes dispositions locales. Ces gigantesques forêts, ces masses d'eau stagnantes, ces terres incultes, ces glaciers, communs à la Gaule et aux contrées voisines, expliquent, selon moi, les trois éléments essentiels du climat de l'ancienne Gaule : son froid excessif, l'abondance de ses pluies et la violence de ses tempêtes; c'est ce dont je crois avoir établi les preuves dans le Mémoire que j'ai aujourd'hui l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie.

» Je rappellerai en terminant que tout ce qui a été dit par les anciens du climat de la Gaule se rapporte aux régions du midi aussi bien qu'à celles du nord. Il n'y a d'excepté que la Gaule narbonnaise, composée exclusivement du Roussillon, du bas Languedoc et de la Provence. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

EMBRYOGÉNIE. — *Anatomie et physiologie de l'œuf contenu dans l'ovaire, et du* Corpus luteum *chez la femme et les mammifères; par* M. **Deschamps**. (Extrait par l'auteur.)

(Commission du concours pour le prix de Physiologie expérimentale.)

« Il résulte de mes recherches que, chez la femme et chez les mammifères, l'œuf complet se compose de la vésicule de Graaf et de l'ovule de Baer. On trouve, à l'ovaire, presque tous les éléments constitutifs de l'œuf, tels que le chorion, le fluide albumineux ou le blanc de l'œuf, la membrane vitelline, le vitellus ou le jaune; c'est ce que je montre dans mon Mémoire, où je fais connaître en détail ces diverses parties, ainsi que le mode

---

(1) *Comptes rendus*, t. XIV, p. 528; t. XVI, p. 678, etc.

de connexion de l'œuf avec l'ovaire, c'est-à-dire la trame cellulo-vasculaire qui, plus tard, devient le corps jaune.

» *Du corps jaune.* — La présence de ce corps est, selon moi, l'indice certain de la réunion fructueuse des deux sexes; circonstance aussi importante à connaître pour la médecine légale que pour l'ovologie. Cet indice de la fécondation est passager, transitoire, tandis que la cicatrice qui résulte de la rupture du péritoine ovarique est un indice fixe et permanent, mais d'ailleurs infidèle, en ce sens que les cicatrices menstruelles se confondent avec les cicatrices de la fécondation. Chez une vieille femme morte avec les signes de la virginité, à la Salpêtrière, les ovaires étaient criblés d'anciennes cicatrices qui indiquaient les époques menstruelles. Dans les ovaires des jeunes vierges qui succombent après la puberté, on trouve toujours les cicatrices menstruelles. Les expériences faites sur les animaux confirment, à cet égard, les observations faites sur la femme. J'ai élevé des lapines, des chiennes, des chattes, des truies, jusqu'à la puberté, et je les ai tenues séquestrées, de façon qu'aucun mâle ne pouvait les approcher; or, à l'époque de la maturité des œufs, annoncée par le rut, j'ai vu les vésicules de Graaf rompues, les ovules engagées dans l'oviducte : il n'y avait jamais de véritable *corpus luteum*, et la cicatrice ovarienne apparaissait si je laissais vivre les femelles après leur état de rut.

» La formation du corps jaune est rapide. J'ai constaté l'apparition de cet organe ovologique quelques heures après la jonction sexuelle des vaches, des lapines et des brebis.

» Le corps jaune, membrane caduque ovarique, résultant de la trame cellulo-vasculaire qui entoure le chorion, forme une petite masse globuleuse qui environne et isole l'œuf du parenchyme de l'ovaire. Ce corps isolant revient sur lui-même, après la sortie de l'œuf, pour s'arrondir en boule, à surface inégale, bosselée, jaunâtre, qui, croissant graduellement en diamètre, finit par acquérir des dimensions si considérables que, dans la vache par exemple, le tissu propre de l'ovaire se trouve comme refoulé et atrophié. Dans la truie, le corps jaune, à lui seul, remplace un grain vésiculaire de la grappe. Les corps jaunes rentrent quelquefois au sein de l'ovaire, de sorte qu'à l'extérieur, leur existence se dérobe à nos yeux. Le corps jaune diminue lentement de volume et ne disparaît que longtemps après la parturition. J'en ai constaté l'existence plus de huit mois après cette époque. La couleur jaune se modifie, avec le temps, dans une même espèce; j'ai trouvé les derniers vestiges du *corpus luteum*, ayant une coloration rouge, rougeâtre ou briquetée, brunâtre, olivâtre et même noire. Ce corps se résorbe,

en général, de la circonférence au centre; de sorte que l'on trouve toujours les débris celluleux de la cavité centrale et ses irradiations celluleuses.

» Si l'on coupe le corps jaune, on trouve à son centre la cavité cupulaire qui renfermait l'œuf. Cette cavité contient du sang ou des caillots fibrineux, ou bien ses parois s'adossent, et sa trace dernière se révèle par des lamelles celluleuses agglomérées. Le tissu cellulaire central, plus proche de la périphérie de l'ovaire que du centre du corps jaune, présente des embranchements qui, sous forme de rayons, séparent le corps jaune en un certain nombre de lobules. Il existe toujours un sillon tortueux, quelquefois rectiligne, très-bien marqué, perpendiculaire à la surface de l'ovaire et qui résulte de l'oblitération du conduit émissaire de l'œuf : c'est par ce sillon inconnu que l'œuf s'échappe de l'ovaire....

» Les vaisseaux sanguins parviennent jusqu'à l'œuf par les espaces ou sillons celluleux qui interceptent les lobules du corps jaune.

» Chaque lobule est composé d'un tissu vasculaire, aréolaire et sécréteur qui renferme dans ses petites loges ou cellules, une substance globuleuse, granulée, colorée en jaune foncé comme de l'ocre. Les granules colorées ne s'échappent pas par l'incision, en raison même de cette structure multiloculaire de chaque lobule. Mais la couleur jaune se dissout dans l'eau de macération et tache le papier et le linge. Telle est la mollesse et la flaccidité du corps jaune dans les ovaires de femmes mortes de fièvre puerpérale, qu'à la Maternité, je l'enlevais facilement et en totalité. Cependant il peut, même dans ce cas, acquérir de la solidité par la cuisson, l'alcool et les eaux acidulées.

» A l'époque des menstrues et du rut, les vésicules ovariques hypertrophiées, parvenues au delà d'une maturité normale, se brisent et versent pour ainsi dire l'ovule de Baer dans l'oviducte. Alors, il n'y a jamais formation de corps jaune, et la cavité de la vésicule de Graaf ou du chorion est lisse, unie, lubréfiée par la sérosité albumineuse.

» *De la gestation ovarique.* — L'évolution des œufs à l'ovaire constitue le phénomène que je nomme *gestation ovarique*.

» Resserrés dans l'organe destiné à les recevoir, les œufs des mammifères devaient se plier au petit espace qui leur était destiné. C'est pourquoi leur forme n'est pas toujours régulièrement ovoïde; les uns sont ellipsoïdes, les autres aplatis, beaucoup sont amorphes. Dès que le développement d'un œuf commence, il prend la forme sphérique, globuleuse, chemine sans cesse vers la superficie de l'organe, à tel point que, avant la fécondation, l'hémisphère péritonéal de l'œuf fait un plus grand relief que l'hémisphère paren-

chymateux. Ainsi placés, les œufs périphériques acquièrent de grandes dimensions sans nuire aux œufs d'alentour ou centraux. Le nombre des œufs est très-variable, j'ai compté jusqu'à vingt-sept œufs développés à l'ovaire d'une femme adulte.

» Les œufs n'arrivent que progressivement à cet état de maturité ou d'organisation complète, qui les rend propres à être expulsés en totalité sous l'influence de la fécondation, ou, en partie, par le simple jeu des organes génitaux en érétisme aux époques de la menstruation et du rut. Je partage en trois époques les modifications appréciables qui arrivent dans la composition générale des œufs de l'ovaire.

» Dans les fœtus (époque primitive ou fœtale), on aperçoit à la loupe de petits points opaques, amorphes, multipliés au milieu du parenchyme ovarien; ces petits points sont les rudiments des vésicules de Graaf. Ils ne commencent à être visibles que vers la fin du développement des fœtus.

» L'intervalle compris entre la naissance et la puberté constitue une seconde époque, pendant laquelle s'opère l'évolution des œufs. La superficie des ovaires reste lisse et sans traces de cicatrices, sa masse devient bombée et très-élastique. Les petits points opaques sécrètent à leur intérieur un liquide blanchâtre, puis de couleur citrine, qui les rend visibles à la simple vue. Leur volume augmente de plus en plus, et ils ne tardent pas à faire saillie à la périphérie de l'organe.

» Arrive enfin la puberté (époque menstruelle ou du rut). C'est le moment de la formation complète des œufs. L'ovule de Baer sort de la vésicule de Graaf avec le fluide albumineux, et on le voit au microscope. L'œuf complet n'a pas plus de 2 millimètres à $2\frac{1}{2}$ millimètres. Les deux saillies de l'œuf, l'une ovarique (hémisphère parenchymateux), l'autre péritonéale ou tubaire (hémisphère péritonéal), se prononcent. Alors, la connexion de l'œuf avec le tissu propre de l'ovaire est moins intime, elle a diminué de la moitié de la superficie de l'œuf : alors, au moyen de l'eau bouillante qui durcit les fluides intérieurs, on dissèque, on isole facilement le chorion de la cupule ovarique. L'œuf est à son état de maturité.

» La fonction des ovaires s'établit et s'annonce par le rut et la menstruation. Si l'acte de la fécondation n'a pas lieu en ce moment préparé par la nature, l'œuf ne reste pas dans un état stationnaire; il augmente de volume, et fait un relief considérable à la surface de l'ovaire.

» Avec l'âge, quelques vésicules s'hypertrophient, et d'autres restent stationnaires. Les ovaires se crispent, se flétrissent, et la menstruation cesse aussi bien que le rut. A l'ovaire des oiseaux et des reptiles le vitellus domine,

et l'œuf acquiert, en s'avançant dans l'oviducte, ses autres éléments constitutifs. L'œuf de la femme et des mammifères est complet à l'ovaire, et le blanc ou l'albumine se trouve l'élément dominateur. Ce fait, incontestable pour nous, prouve que la gestation ovarique s'établit en sens inverse dans les ovipares et les vivipares.

» *De l'accouchement ovarique.* — L'agent provocateur de cet important phénomène est la fécondation, et les agents auxiliaires qui le favorisent sont le corps jaune, la cupule du tissu élastique de l'ovaire et de la trompe utérine.

» Rappelons ici que, lorsque la trompe de Fallope s'applique sur l'ovaire pour recevoir les œufs fécondés, ces œufs sont contenus dans le corps jaune, et le corps jaune à son tour est renfermé dans une cupule de tissu fibreux ovarique. Or, les puissances à la fois érectiles et élastiques de l'oviducte et de l'ovaire, sollicitées par l'acte de la fécondation, favorisent la sortie de l'œuf qui, abandonnant le centre du corps jaune, traverse le conduit émissaire et arrive dans le canal de la trompe de Fallope. Alors le pavillon frangé ou évasé se recoquille, se contourne sur lui-même, et l'œuf chemine promptement vers la cavité utérine. Tels sont les phénomènes que j'ai suivis sur deux chiennes de très-petite taille, auxquelles j'ai ouvert le ventre lorsque la jonction sexuelle existait encore.

» Au moment de l'accouchement ovarique, il survient une petite hémorrhagie par la rupture des vaisseaux sanguins *chorio-ovariques*, et le sang s'amasse dans la cupule du corps jaune.

» A l'époque des règles et du rut, les phénomènes ne se passent pas ainsi. Les œufs qui se séparent de l'ovaire sans la fécondation sont incomplets, car ils manquent de chorion. Dans plusieurs expériences de ligature des trompes et d'extirpation de l'utérus, j'ai vu les œufs se développer à l'ovaire et se rompre à l'époque de leur maturité, au moment du rut; le corps jaune n'existait pas.

» La conclusion de mes recherches est donc qu'il y a un signe différentiel certain entre la sortie de l'œuf de l'ovaire par la conception et sa sortie par le retour périodique du rut ou de la menstruation. Dans le premier cas, l'œuf entier est expulsé de l'ovaire en suivant le conduit émissaire du *corpus luteum,* et de plus, il se forme un corps jaune; dans le second cas, il y a rupture de l'œuf, sans formation de corps jaune, et dans la séparation qui s'opère, la vésicule de Graaf (chorion) reste fixée à l'ovaire, tandis que l'ovule s'échappe seule par la trompe. »

MÉCANIQUE. — *Deuxième Note sur l'état d'équilibre d'une verge élastique à double courbure, lorsque les déplacements éprouvés par ses points ne sont pas très-petits; par* M. DE SAINT-VENANT.

(Commission précédemment nommée.)

« **1.** Dans la Note insérée au *Compte rendu* du 1er juillet, j'ai fait remarquer que le théorème de Poisson, consistant en ce que *le moment de torsion* (θ ou M_t) *est constant dans toute l'étendue d'une verge élastique* (*), ne s'observe qu'à condition que *le moment des forces autour du rayon de courbure soit partout nul.*

» Cette condition n'est remplie *pour tous les systèmes de forces* qui peuvent agir aux extrémités de la verge, ainsi qu'à ses divers points, d'une manière continue que lorsque l'*axe* est rectiligne dans l'état primitif, et que les sections transversales sont toutes des *figures régulières* (en appelant généralement ainsi les figures où toutes les droites tracées dans leur plan par leur centre de gravité sont des axes principaux d'inertie).

» On verra plus loin qu'elle peut encore être remplie lorsque l'axe primitif est une hélice, mais seulement pour des systèmes particuliers de forces.

» Je me propose, dans cette Note, d'ajouter plusieurs observations à celles que contient la Note précédente, et de considérer divers cas où l'on peut déterminer facilement l'état d'équilibre de la verge pour des déplacements d'une grandeur quelconque.

» **2.** Nous appellerons :

M_ρ, M_n les moments totaux des forces extérieures qui agissent, après les déplacements, entre le point M de la verge et l'une de ses extrémités, autour : 1° du rayon de courbure de l'axe au point M; 2° d'une droite normale au plan osculateur.

(En sorte que M_n, $-M_\rho$ seront ce qui est désigné par M_u, M_v au n° 5 de la Note citée, ces deux dernières désignations étant conservées pour les moments autour des axes principaux d'inertie de la section en M quand elle n'en a que deux.)

X, Y, Z les binômes $dy\,d^2z - dz\,d^2y$, $dz\,d^2x - dx\,d^2z$, $dx\,d^2y - dy\,d^2x$.

On aura, M_x, M_y, M_z étant toujours les moments autour de parallèles aux

(*) *Correspondance de l'École Polytechnique*, 1816, ou *Traité de Mécanique*, 2e édition.

coordonnées menées par M,

$$(12)\quad \begin{cases} M_n = \dfrac{\rho X}{ds^3} M_x + \dfrac{\rho Y}{ds^3} M_y + \dfrac{\rho Z}{ds^3} M_z, \\ M_\rho = M_x \dfrac{\rho}{ds} d\dfrac{dx}{ds} + M_y \dfrac{\rho}{ds} d\dfrac{dy}{ds} + M_z \dfrac{\rho}{ds} d\dfrac{dz}{ds}, \\ M_t = \dfrac{dx}{ds} M_x + \dfrac{dy}{ds} M_y + \dfrac{dz}{ds} M_z. \end{cases}$$

» Observons d'abord que, dans le cas général où le moment M_ρ n'est pas nul, il se trouve lié avec celui de torsion M_t ou θ par une relation qui remplace le théorème $dM_t = 0$ de Poisson. Cette relation générale, que M. Wantzel a reconnue et m'a fait apercevoir, est

$$(13)\qquad \frac{dM_t}{ds} = \frac{M_\rho}{\rho}.$$

En effet, si l'on différentie la troisième équation (12), on a, eu égard à la deuxième et à ce que

$$\frac{dx}{ds} dM_x + \frac{dy}{ds} dM_y + \frac{dz}{ds} dM_z = 0 \; (*),$$

précisément la relation que nous venons d'écrire.

» Observons encore que, dans tous les cas où la section est une *figure régulière*, on peut, comme au n° 5 de la première Note, supposer $e + \varepsilon = 0$, ce qui réduit les équations (6) à

$$(14)\quad M_n = E\mu\left(\frac{1}{\rho} - \frac{\cos\varepsilon}{\rho_0}\right),\quad M_\rho = E\mu\frac{\sin\varepsilon}{\rho_0},\quad M_t = 2G\mu\left(\frac{d\varepsilon}{ds} + \frac{1}{r} - \frac{1}{r_0}\right).$$

Mais, tant que M_ρ ne disparaît pas, l'intégration paraît toujours difficile.

» **3.** Le cas où M. Binet, et ensuite M. Wantzel, ont intégré les équations, est celui où l'on a, non-seulement $\frac{1}{\rho_0} = 0$, $\frac{1}{r_0} = 0$, mais encore μ constant, et où les forces n'agissent qu'à l'extrémité de la verge, en sorte qu'en les réduisant à une seule force g, et à un couple h, perpendiculaire à sa direction, on

(*) *Voyez* ce résultat aux n^os **317, 318** de la *Mécanique* de Poisson, où ce que nous appelons M_x est désigné par $X_1 + P' + R(b - y) - Q(c - z)$, et ainsi des deux autres moments.

a, celle-ci étant prise pour axe des z,

$$\mathrm{M}_x = gy, \quad \mathrm{M}_y = -gx, \quad \mathrm{M}_z = h.$$

» 4. L'intégration est encore facile dans le cas où la section de la verge peut varier de grandeur et même de forme d'un point à l'autre de l'axe primitivement rectiligne, mais sans cesser d'être *régulière,* et où les forces se réduisent à des *couples* agissant dans des plans parallèles entre eux.

» Alors μ varie, le couple h peut varier aussi d'une manière continue, et l'on a, en prenant toujours l'axe des z perpendiculaire aux plans des couples,

$$\mathrm{M}_x = 0, \quad \mathrm{M}_y = 0, \quad \mathrm{M}_z = h, \quad \frac{1}{\rho_0} = 0, \quad \frac{1}{\tau_0} = 0.$$

Les équations (12) et (14) donnent

$$\mathrm{M}_\rho = 0 = h\frac{\rho}{ds}d\frac{dz}{ds}, \quad \mathrm{M}_t = h\frac{dz}{ds} = \text{const.}$$

Donc la courbe affectée par l'axe de la verge fait un angle constant avec le plan des couples. Appelons φ cet angle ; si l'on observe que

$$\mathrm{M}_z = \mathrm{M}_n\frac{\rho \mathrm{X}}{ds^3} + \mathrm{M}_t\frac{dz}{ds},$$

on a, pour déterminer x, y, z en s, les trois équations différentielles

$$(15) \quad \frac{dz}{ds} = \sin\varphi, \quad dx^2 + dy^2 = ds^2\cos^2\varphi, \quad dx\,d^2y - dy\,d^2x = \frac{h\,ds^3}{\mathrm{E}\mu}\cos^2\varphi.$$

Elles donnent, en différentiant la seconde,

$$d^2x = -\frac{h}{\mathrm{E}\mu}dy\,ds, \quad d^2y = \frac{h}{\mathrm{E}\mu}dx\,ds,$$

et. en remplaçant, dans celles-ci,

$$dy \text{ par } \sqrt{ds^2\cos^2\varphi - dx^2}, \quad dx \text{ par } -\sqrt{ds^2\cos^2\varphi - dy^2},$$

elles s'intègrent, et l'on a, en supposant $s = 0$ pour $z = 0$,

$$(16) \quad x = -\cos\varphi\int ds\sin\int\frac{h\,ds}{\mathrm{E}\mu}, \quad y = \cos\varphi\int ds\cos\int\frac{h\,ds}{\mathrm{E}\mu}, \quad z = s\sin\varphi.$$

Les équations de l'axe s'obtiennent donc par des quadratures qui dépendent de la manière dont $\frac{h}{E\mu}$ est fonction de s.

» **5.** Si $\frac{h}{E\mu}$ est constant, elles deviennent (c, c', c'', c''' étant des constantes arbitraires),

$$x = c'' + \frac{E\mu\cos\varphi}{h}\cos\left(c + \frac{hs}{E\mu}\right),\quad y = c''' + \frac{E\mu\cos\varphi}{h}\sin\left(c' + \frac{hs}{E\mu}\right),\quad z = s\sin\varphi.$$

Elles appartiennent à une hélice.

» Déjà M. Wantzel, dans une communication faite le 29 juin à la Société Philomatique, a remarqué que la courbe à double courbure, affectée par une verge primitivement cylindrique, sollicitée par un couple, est nécessairement une hélice.

» C'est une généralisation du résultat d'Euler (*), consistant en ce que lorsque la courbe provenant de la verge, ainsi sollicitée, est plane, elle ne peut être qu'un arc de cercle.

» **6.** Si la verge est encastrée à l'une de ses extrémités, on peut prendre ce point pour origine des coordonnées, et un plan passant par la direction primitive de la verge pour plan des yz. Les constantes doivent être déterminées de manière que pour $s = 0$, on ait $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$, $\frac{dx}{ds} = 0$, $\frac{dy}{ds} = \cos\varphi$, et les équations de la courbe deviennent :

$$x + \frac{E\mu\cos\varphi}{h} = \frac{E\mu\cos\varphi}{h}\cos\frac{hs}{E\mu},\quad y = \frac{E\mu\cos\varphi}{h}\sin\frac{hs}{E\mu},\quad z = s\sin\varphi.$$

» Le cylindre sur lequel l'hélice est enroulée a donc sa base parallèle au plan du couple; le centre de cette base est à une distance de l'axe primitif de la verge et du point d'encastrement, égale à son rayon $\frac{E\mu}{h}\cos\varphi$, et l'inclinaison constante φ du filet de l'hélice sur la base est celle de l'axe primitif sur le plan du couple.

» **7.** L'axe étant déterminé, si l'on veut connaître la position des points de la verge hors de l'axe, il faut déterminer les valeurs de l'angle ε. On obtient d'abord facilement, au moyen des équations différentielles,

(*) *Methodus inveniendi*, etc., *additamentum de curvis elasticis*.

(17) $$\frac{1}{\tau} = \frac{h \sin \varphi}{E\mu};$$

substituant dans $2G\mu \left(\frac{d\varepsilon}{ds} + \frac{1}{\tau}\right) = M_l = h \sin \varphi$, on a

$$\varepsilon = \left(\frac{E}{2G} - 1\right) \sin \varphi \int \frac{h\,ds}{E\mu},$$

ou, lorsque $\frac{h}{E\mu}$ est constant et que l'on fait passer par l'axe des x le plan osculateur primitif et arbitraire de la verge droite, ce qui donne $\varepsilon = 0$ au point d'encastrement,

$$\varepsilon = \left(\frac{E}{2G} - 1\right) \frac{hz}{E\mu}.$$

Les droites matérielles qui, sur chaque section, se trouvaient primitivement dans ce plan, font maintenant ces angles ε avec les plans osculateurs de l'hélice, ce qui détermine complétement les positions nouvelles des divers points des sections.

» On déterminerait facilement, de même, $\frac{1}{\tau}$ et $\varepsilon = \int \left(\frac{M_l}{2G\mu} - \frac{1}{\tau}\right) ds$ dans le cas du n° **3**, traité par MM. Binet et Wantzel.

» **8.** Observons à ce sujet que lorsquela verge, primitivement droite et à section régulière, est assujettie à une de ses deux extrémités seulement, et libre ou simplement appuyée à l'autre, le calcul de ε n'est pas nécessaire pour déterminer les constantes de l'équation de l'*axe*. La forme de cet axe, et sa position, peuvent être déduites complétement, alors, des équations différentielles de Lagrange, complétées et intégrées par M. Binet.

» Mais, ainsi que nous l'avons dit à la Note du 1er juillet, l'intervention de l'angle ε est indispensable en général, par exemple lorsque la verge, même droite et à section régulière, est assujettie en un second point où sa section doive observer, comme à celui d'encastrement, une certaine polarité, ainsi qu'il arriverait si une verge à section carrée devait, quelque part, passer par un trou carré de mêmes dimensions que la section. Alors, pour fixer les valeurs des forces indéterminées produisant l'assujettissement, et qui entrent nécessairement dans les équations différentielles, il faudrait poser la condition que toutes les lignes matérielles de la section, en cet endroit, se sont conservées parallèles à leurs directions primitives : or, on y parvient en exprimant que celle de ces lignes qui faisait primitivement un angle nul avec le plan choisi pour plan osculateur, fait, avec le plan osculateur nouveau,

précisément l'angle $\int \left(\frac{M_1}{2G\mu} - \frac{1}{\tau} \right) ds = \varepsilon$. C'est ainsi que nous avons déjà opéré (Mémoire du 6 novembre 1843, n° **26**, *Comptes rendus*, t. XVII, p. 1026) pour déterminer la petite flexion d'un anneau encastré et sollicité par des forces perpendiculaires à son plan.

» **9.** Supposons enfin que la verge ait primitivement la forme d'une hélice.

» La solution, donnée au Mémoire du 6 novembre, du problème de son allongement très-petit, prouve que l'hélice *se déforme*, et qu'elle ne resterait une hélice qu'autant que les points d'attache des forces seraient disposés de manière à annuler certaines constantes. Le problème serait compliqué, à plus forte raison, dans le cas de déplacements d'une amplitude quelconque, et on ne voit pas, d'ailleurs, comment on pourrait parvenir alors à une intégration générale des équations (14).

» Mais on peut s'y prendre d'une manière inverse. On peut supposer, comme a fait M. Giulio, de l'Académie de Turin (*Mémoires*, année 1841) que la courbe d'axe, après l'action des forces, est encore une hélice, et chercher quel système de forces remplit cette condition.

» Je ne donne pas le détail du calcul, que j'ai étendu au cas général où les sections transversales de l'hélice, toutes égales et semblablement placées par rapport à l'axe de son cylindre, ne sont cependant pas des figures régulières ou telles que $\mu = \mu' = \mu''$. J'ai trouvé que les forces devaient se réduire à une seule dirigée suivant l'axe du cylindre, et à un couple autour du même axe, et qu'il devait y avoir une certaine relation constante entre les moments M_u et M_v, en sorte que l'on obtient autant d'équations (non différentielles) qu'il en faut pour déterminer le rayon et le pas de la nouvelle hélice.

» Lorsque la section transversale est une figure régulière, on peut prendre M_ρ pour M_v, M_n pour M_u; la relation obligée dont je viens de parler se réduit à

$$M_\rho = 0,$$

qui donne

$$\varepsilon = 0;$$

en sorte que si l'on appelle g la force, h le moment du couple, R_0 le rayon du cylindre de l'hélice primitive, φ_0 l'angle constant de ses éléments avec la base, R et φ les deux quantités correspondantes dans la nouvelle hélice, on a, pour déterminer celles-ci, la première et la troisième équation (14), ou

$$gR\sin\varphi + h\cos\varphi = E\mu\left(\frac{\cos^2\varphi}{R} - \frac{\cos^2\varphi_0}{R_0}\right),$$

$$-gR\cos\varphi + h\sin\varphi = 2G\mu\left(\frac{\sin\varphi\cos\varphi}{R} - \frac{\sin\varphi_0\cos\varphi_0}{R_0}\right),$$

faciles à résoudre par rapport à R et φ pour des valeurs numériques attribuées aux quantités données g, h, R_0, φ_0, μ. Ces formules s'accordent avec celles du Mémoire de M. Giulio, quand g et h ont entre eux une relation telle que l'hélice s'allonge ou se raccourcisse sans se tordre ou se détordre, ou réciproquement : elles s'accordent avec celles que j'ai données le 6 novembre lorsque h est nul, et que $R - R_0$, $\varphi - \varphi_0$ sont très-petits. La circonstance $\varepsilon = 0$, et la supposition que les termes altérant la forme hélicoïdale s'évanouissent, rendent semblables les résultats de nos deux analyses, et les différences que j'avais cru y apercevoir n'étaient qu'apparentes. »

CHIRURGIE. — *Extirpation du scapulum et d'une partie de la clavicule sur un homme âgé de cinquante et un ans; par* M. **Rigaud**, professeur de clinique chirurgicale de la Faculté de Médecine de Strasbourg.

(Commissaires, MM. Roux, Velpeau.)

« Un ancien grenadier de la garde impériale à cheval portait, en 1841, une tumeur de la partie supérieure du bras gauche, pour laquelle M. Rigaud dut faire l'amputation dans l'articulation scapulo-humérale. La plaie résultant de l'opération guérit, et le malade fut bien portant pendant huit mois; mais, au bout de ce temps, on put constater dans la région axillaire la présence d'une tumeur osseuse qui paraissait naître et qui naissait en effet, comme on put s'en convaincre plus tard, de l'angle antérieur du scapulum. M. Rigaud jugea, pour des motifs exposés dans son travail, qu'il était nécessaire d'enlever le scapulum tout entier avec l'extrémité externe de la clavicule, et, cette laborieuse opération ayant été exécutée avec un plein succès, dans le courant de 1842, le malade fut rétabli au bout de deux mois, et n'a pas cessé depuis de jouir d'une bonne santé. »

M. **Denonvilliers**, chef des travaux anatomiques de la Faculté de Paris, chargé par M. *Rigaud* de présenter ce Mémoire à l'Académie, dépose sur le bureau un modèle en plâtre de l'omoplate et de la portion de clavicule enlevées.

M. **Ducros** adresse une Note dans laquelle il donne le résumé et les conclu-

sions des communications qu'il a faites successivement à l'Académie *sur le rôle que joue l'électricité dans les phénomènes de la circulation.*

Cette Note et les Mémoires qu'elle résume sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. Magendie, Serres et Rayer.

L'INVENTEUR DU GÉORAMA prie l'Académie de vouloir bien charger une Commission de l'examen de cet appareil, qu'il considère comme propre à faciliter l'étude de la géographie, et à répandre la connaissance de cette science si utile et si négligée.

(Commissaires, MM. Duperrey, Bory de Saint-Vincent.)

CORRESPONDANCE.

M. FLOURENS, en présentant un nouveau volume des *Transactions philosophiques* (année 1843, 2e partie), fait connaître, d'après ce Recueil, les noms des savants auxquels la Société royale de Londres, dans sa séance annuelle, a accordé des médailles. La médaille de *Copley* a été décernée à M. DUMAS, pour ses recherches sur la chimie organique et sur le poids atomique du carbone et de divers éléments.

M. FLOURENS fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur, M. ROBLEY-DUNGLISON, d'un ouvrage intitulé : *Human Physiology*.

Cet ouvrage, imprimé à Philadelphie, présente, avec ordre et précision, les découvertes et les théories les plus récentes de la Physiologie humaine. M. Flourens est prié d'en rendre un compte verbal.

M. FLOURENS présente un ouvrage de M. GAULTIER DE CLAUBRY, sur l'*identité du typhus et de la fièvre typhoïde* (*voir* au *Bulletin bibliographique*). Cet ouvrage, dans lequel l'auteur a eu pour objet de prouver que les deux maladies ne sont, sous le quadruple rapport de la symptomatologie, de l'anatomie pathologique, de la condition pathogénique et du traitement, qu'une seule et même affection, est destiné au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.

PHYSIOLOGIE. — *Note sur la prétendue circulation dans les insectes; par* M. LÉON DUFOUR.

« Dans l'analyse que M. Flourens a donnée de l'Atlas d'Anatomie comparée de MM. Carus et Otto (*Comptes rendus*, t. XVIII, p. 893), j'ai été heureux de lire ces mots : « ... La circulation cesse entièrement dans l'insecte par-

fait, chez lequel la respiration se fait dans toutes les parties du corps. » C'est là un véritable triomphe pour moi qui n'ai pas cessé depuis vingt ans de répéter que le raisonnement et les faits repoussaient l'existence de cette circulation. Que dis-je? ce triomphe est celui de mon illustre maître, du grand Cuvier. Il y a près d'un demi-siècle qu'il avait hautement déclaré l'incompatibilité physiologique d'un système vasculaire avec un système trachéen aérifère qui porte dans tous les tissus le bénéfice de la respiration sanguine. Lorsque par delà le Rhin, et même en deçà, on proclamait la circulation dans les insectes, lorsqu'on ne balançait pas à annoncer, à décrire, à figurer un cœur, avec toutes ses appartenances et dépendances, un cœur avec ses oreillettes, ses ventricules, ses valvules; lorsqu'on allait jusqu'à parler d'artères et de veines, ou de courants équivalents, j'étais seul à opposer à ces assertions une dénégation formelle. Dans un Mémoire que je présentai à l'Académie des Sciences, il y a trois ans, et dont elle daigna, l'année suivante, voter la publication, non encore réalisée, je crois avoir traité à fond cette question litigieuse, avoir victorieusement combattu les partisans de cette circulation, et motivé mon opinion négative, soit par des faits qui me sont propres, soit par des observations consignées dans les annales de la science. De nombreuses autopsies, dirigées depuis lors spécialement vers ce but, corroborent et confirment chaque jour ma manière de voir. Tout récemment encore, je viens de constater dans le *Lucanus*, le *Cossus*, le *Platystoma* et autres insectes parfaits de divers ordres, que le prétendu cœur ou vaisseau dorsal est sans issue à ses extrémités, et qu'antérieurement il s'insère à l'œsophage sans pénétrer dans l'intérieur de ce conduit alimentaire. J'avais déjà, dans le Mémoire en question, cité plusieurs faits analogues.

» MM. Carus et Otto, tout en déclarant que la circulation *cesse* dans les insectes parfaits, la maintiennent encore, quoique incomplète, dans les larves. Ces savants feraient ainsi, de ce premier âge des insectes, une organisation plus compliquée, conséquemment plus parfaite que celle de leur état adulte. Je m'inscris contre une semblable réserve. Indépendamment de ce que plusieurs larves, celles par exemple des orthoptères et hémiptères, ont les mêmes formes générales, le même genre de vie que les insectes parfaits; toutes les autres, sauf un très-petit nombre d'aquatiques, ont un système trachéen aussi répandu, aussi ramifié que celui des insectes parvenus à leur dernière métamorphose; elles sont dans les mêmes conditions anatomiques et physiologiques sous le rapport de la nutrition et de l'absence d'un véritable appareil de circulation. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Mollusques gastéropodes ; par* M. DE QUATREFAGES.

« Messine, 25 juin 1844.

» En me confiant l'honorable mission que je remplis en ce moment, l'Académie me chargea spécialement d'étudier l'organisation du groupe des Mollusques pour lesquels j'ai proposé le nom de *Phlébentérés*. Je me suis occupé avec un soin tout particulier de rechercher ces animaux, dont la plupart sans doute ont échappé jusqu'ici aux naturalistes, à cause de leur petitesse. Plus heureux que je n'aurais osé l'espérer, j'en ai recueilli vingt et une espèces nouvelles, dont un petit nombre seulement rentrera dans des genres connus. Toutes ces espèces ont été étudiées par moi dans les plus grands détails, et je possède l'anatomie complète de presque toutes. En présentant à l'Académie quelques-uns des principaux résultats auxquels je suis parvenu, j'ajouterai que M. Milne Edwards, avec qui je parcours les côtes de la Sicile, a bien voulu vérifier mes observations.

» I. *Appareil digestif*. — Cet appareil s'est montré presque toujours composé d'un orifice antérieur, en forme de fente verticale, suivi d'un court conduit aboutissant à une masse buccale considérable, armée d'une langue cartilagineuse, et quelquefois de dents de forme et de densité variables dans les différents genres. En arrière de la masse buccale se trouve un court œsophage; puis vient l'estomac, qui présente aussi parfois une armature particulière. L'intestin est, en général, très-difficile à apercevoir. Chaque fois que j'ai pu le distinguer nettement, il s'est montré comme un tube court, large, partant de l'estomac en arrière et sur la ligne médiane, ne formant que peu ou point de circonvolutions. La position de son orifice m'a souvent échappé. Lorsque j'ai pu le voir, je l'ai trouvé placé tantôt à l'extrémité du corps, tantôt au milieu, quelquefois au tiers antérieur du corps. Parfois aussi il est exactement sur la ligne médiane, d'autres fois il est un peu sur le côté. Dans tous les cas, je l'ai toujours vu dorsal. Chez aucun de mes Mollusques je n'ai trouvé le foie réuni en un seul organe distinct. Il paraît représenté, chez les Entérobranches, par les masses glandulaires qui entourent les cœcums branchiaux, et chez les Dermobranches, par la membrane granuleuse qui fait partie des parois des grandes poches intestinales.

» II. *Appareil gastro-vasculaire*. — Cet appareil prend naissance des deux côtés et au-dessus de l'intestin. Chez les Entérobranches proprement dits, observés dans ces mers, je l'ai toujours vu consister en deux gros troncs qui se portent en arrière le long du corps, en donnant des branches d'où partent les cœcums qui pénètrent dans les appendices extérieurs du corps.

Dans quelques espèces, où les appendices très-multipliés remontent jusqu'à la tête, les troncs gastro-vasculaires envoient en avant un fort rameau. Chez les Actéons, ces troncs se divisent, se subdivisent presque à l'infini, et leurs derniers ramuscules tapissent toute la surface du corps, mais plus particulièrement les deux rames latérales improprement désignées sous le nom de manteau. Chez les Dermobranches, le système gastro-vasculaire se réduit à deux grandes poches latérales occupant la majeure partie de l'abdomen, et n'envoyant au dehors aucun prolongement.

» III. *Appareil circulatoire.* — Cet appareil n'existe pas, même à l'état rudimentaire, chez le plus grand nombre des Phlébentérés. Dans une grande espèce, j'ai trouvé un cœur et des artères présentant la disposition que j'ai décrite chez l'Éolidine paradoxale. Dans quelques autres espèces, le cœur existait seul; toute trace de système vasculaire avait disparu.

» IV. *Appareil de la génération.* — Tous les Phlébentérés que j'ai examinés sont hermaphrodites. Chez plusieurs, j'ai trouvé réunis des œufs et des spermatozoïdes. La forme et la complication des organes, mâles ou femelles, varient. A l'époque de l'accouplement, il se développe chez quelques espèces des organes excitateurs très-compliqués dont on ne trouve aucune trace en d'autres temps. Dans la plupart des espèces, les deux systèmes d'organes destinés à la reproduction sont placés dans l'abdomen au-dessus de l'appareil intestinal et gastro-vasculaire. Chez les Actéons, les organes mâles seuls conservent cette position dans le corps proprement dit. Les ovaires pénètrent entre les deux lames des rames respiratrices latérales, et leurs ramifications se mêlent à celles de l'appareil gastro-vasculaire, disposition entièrement semblable à ce qu'on voit chez certaines Planaires.

» V. *Système nerveux.* — Ce système est très-développé chez tous les Phlébentérés, et quoique paraissant quelquefois varier dans des limites assez étendues, on ne l'en ramène pas moins avec assez de facilité à un même type. Les masses ganglionnaires centrales tendent à se grouper à la face supérieure du corps. En général, elles présentent quatre ganglions groupés deux à deux et réunis par une commissure; mais il existe quelquefois des ganglions sous-œsophagiens et des ganglions buccaux distincts. Les nerfs qui partent de ces masses centrales présentent presque toujours une disposition analogue à ce que j'ai fait connaître pour l'Éolidine; mais chez quelques espèces, il existe des ganglions latéraux et antérieurs d'où partent plusieurs des nerfs céphaliques, quelquefois même les nerfs qui vont en arrière se distribuer au reste du corps. Enfin les nerfs tentaculaires présentent souvent, à la base de ces organes, un renflement considérable.

» VI. *Organes des sens.* — Tous les Phlébentérés possèdent des yeux et des organes auditifs. Les premiers sont toujours composés d'une poche renfermant un cristallin entouré de pigment et une humeur vitrée. Le nerf optique vient s'épater à la base de l'organe oculaire, et y forme une rétine qui remonte quelquefois très-haut. L'organe, qu'avec M. de Sieboldt je regarde comme l'oreille, m'a toujours présenté deux capsules sphériques concentriques renfermant les otolithes. Le nombre de ces derniers varie. Dans quelques espèces, j'en ai compté plus de trente dans chaque organe. Le nerf acoustique est d'ordinaire très-court : le plus souvent même l'organe auditif semble immédiatement appliqué sur le cerveau.

» VII. *Caractères extérieurs.* — Par l'ensemble de leurs caractères extérieurs, les Mollusques dont nous parlons rappellent les Gastéropodes nudibranches. Ils s'en distinguent par la tendance à la symétrie binaire latérale des organes extérieurs, et à la répétition en série longitudinale de ces mêmes organes.

» VIII. *Conclusions.* — Le nombre des espèces de Phlébentérés que j'ai examinées vivantes avec le plus grand soin est, aujourd'hui, de trente, dont vingt-neuf sont des espèces nouvelles. Dans ce nombre, six appartiennent à la famille des Dermobranches (*Dermobranchiata,* Nob.); six à la tribu des Entérobranches rémibranches (*Remibranchiata,* Nob.); dix-huit à la tribu des Entérobranches proprement dits (*Enterobranchiata,* Nob.). De cette étude, je crois pouvoir déduire les conclusions suivantes :

» 1°. Chez tous les Mollusques gastéropodes phlébentérés, la fonction de la digestion se confond, pour ainsi dire, avec celles de la respiration et de la circulation. C'est là le caractère dominateur de ce groupe.

» 2°. Cette espèce de fusion entraîne la disparition des organes de respiration proprement dits. Aucun Phlébentéré n'a de branchies dans l'acception ordinaire de ce mot.

» 3°. Par la même raison, l'appareil circulatoire se simplifie progressivement jusqu'à son annihilation complète. Aucun Phlébentéré ne possède de veines; les artères et le cœur même disparaissent dans le plus grand nombre. Quand ils existent, ce ne sont plus que des organes destinés à agiter, à mélanger le sang. Ils n'ont pas d'autres fonctions que le vaisseau dorsal des insectes.

» 4°. Chez les Entérobranches, la division de l'appareil digestif entraîne le morcellement du foie ; chez les Dermobranches, cette glande ne forme qu'une portion des parois des poches gastro-vasculaires abdominales. Chez aucun Phlébentéré, le foie n'existe comme organe distinct. Dans l'embran-

chement des Mollusques, le caractère anatomique appartient, jusqu'à présent, exclusivement au groupe dont nous parlons.

» 5°. L'appareil reproducteur est toujours asymétrique chez les Phlébentérés. A cette exception près, les organes, tant internes qu'externes, présentent une symétrie latérale binaire, qui serait entière si l'anus ne se portait quelquefois à droite de la ligne médiane. Ceux de ces Mollusques qui possèdent des organes extérieurs multiples tendent en outre à les répéter en série longitudinale. Ces deux tendances rapprochent les Phlébentérés du type des animaux annelés. Remarquons ici que, parmi les Gastéropodes nudibranches, il en est qui rappellent les Phlébentérés par la disposition symétrique de certains organes extérieurs. Les quelques espèces qui, sous ce rapport, présentent de l'analogie avec nos Mollusques, s'en rapprochent en outre quelquefois par leur organisation intérieure. Ce sont des termes de transition destinés à rattacher l'une à l'autre deux séries d'ailleurs parfaitement distinctes. »

ZOOLOGIE. — *Note sur divers points de l'anatomie et de la physiologie des animaux sans vertèbres; par* M. DE QUATREFAGES.

« Capo di Milazzo, le 13 juin 1844.

» On n'avait encore signalé dans les téguments des Mollusques gastéropodes d'autres corps solides que ceux qui sont connus sous le nom de coquilles. Dans deux genres voisins des Doris, toute la partie charnue du corps est parsemée en tous sens de spicules calcaires. Chez l'un d'eux, ces spicules sortent même au dehors, en sorte que l'animal a le corps tout hérissé de piquants. J'ai rencontré des spicules semblables dans le manteau d'une jeune Bulle. A une époque où, grâce aux travaux de M. Ehrenberg, l'étude des fossiles microscopiques a pris un développement inattendu, ces faits peuvent avoir quelque valeur en empêchant les zoologistes de rapporter à des infusoires des restes d'animaux appartenant à un groupe bien plus élevé.

» Spécialement chargé par l'Académie de continuer mes recherches sur les sexes des Annélides, j'ai examiné le plus grand nombre possible de ces animaux. Dans toutes les espèces que j'ai observées dans des conditions favorables, les sexes se sont montrés séparés aussi bien que dans les Annélides de la Manche. J'ai, de plus, rencontré quelques faits nouveaux. Ainsi dans une espèce pélagique très-commune à l'ouest du capo di Gallo, les quinze premiers anneaux, très-différents des suivants, renferment seuls des œufs ou des zoospermes. On voit qu'ici la disposition des organes reproducteurs est inverse de celle que j'ai signalée chez les Syllis. Dans une autre espèce, vivant

également en pleine eau et pêchée à la torre dell' Isola di Terra, j'ai trouvé des masses zoospermiques à tous les degrés de leur développement réunies dans un même individu. Cette circonstance m'a permis de reconnaître que ces masses, d'abord homogènes, subissent des divisions et des subdivisions successives jusqu'au moment où elles se résolvent pour ainsi dire en spermatozoïdes. Ce mode d'évolution rappelle entièrement ce qui se passe dans le vitellus lors de la première période de l'incubation. On voit que l'analogie tant de fois signalée entre les organes reproducteurs des deux sexes se retrouve jusque dans les produits de ces organes et jusque dans les phénomènes du développement de ces produits.

» Au reste, depuis que l'emploi du microscope a fourni un moyen certain de distinguer les deux éléments de la génération, le nombre des animaux regardés comme hermaphrodites diminue de jour en jour, et la détermination des diverses parties de l'appareil reproducteur acquiert une certitude qui lui manquait il y a encore peu d'années. A l'aide de cet instrument, j'ai pu constater de la manière la plus positive que les sexes sont séparés dans l'Holothurie tubuleuse, dans l'Astérie rouge. Chez l'une et chez l'autre, les testicules sont entièrement semblables aux ovaires pour la forme et la position. La nature des produits peut seule les faire distinguer. J'ai fait des observations toutes semblables sur l'Actinie verte. Relativement à cette dernière, j'ajouterai que je n'ai pu confondre les spermatozoïdes avec les organes urticaux qui hérissent l'ovaire, et qui, pris pour l'élément fécondateur par quelques naturalistes, avaient fait regarder les Actinies comme hermaphrodites. Dans l'Actinie verte, les organes urticaux ne ressemblent en rien aux spermatozoïdes et ont un diamètre dix à douze fois plus grand.

» Chez les Planaires, au contraire, les sexes sont bien réellement réunis comme l'avaient admis Baer et Dugès; mais ni l'un ni l'autre n'avait vu les spermatozoïdes de ces animaux. Je les ai trouvés sur plusieurs individus qui portaient également des œufs. L'existence de spermatozoïdes chez des animaux regardés comme présentant un exemple d'extrême simplicité d'organisation, offre par cela même un intérêt réel.

» Les deux naturalistes que je viens de nommer n'avaient pas trouvé de système nerveux dans les Planaires, et Dugès paraît très-porté à les regarder comme privées de ce système. J'en ai reconnu l'existence chez plusieurs espèces. Dans toutes il s'est montré avec les mêmes caractères; il consiste en un double ganglion placé en avant de l'orifice buccal, et d'où partent plusieurs filets.

» Voici encore un fait qui me semble assez intéressant pour l'histoire de la

génération. MM. Prevost et Dumas ont dit les premiers que, chez les animaux qui s'accouplent, la liqueur spermatique pénètre jusque dans l'ovaire, et que par conséquent l'œuf est fécondé sur place. J'ai constaté un fait entièrement semblable sur un Mollusque voisin de ceux que j'ai fait connaître dans mes précédents Mémoires. Ici l'ovaire consiste en un tube ramifié auquel s'attachent de grandes poches ovigères. Chez l'individu dont je parle, et qui fut pris sans doute peu de temps après l'acte de la copulation, ces poches renfermaient un nombre très-considérable de spermatozoïdes encore réunis en faisceaux et entièrement semblables à ceux que j'exprimais de la vésicule séminale.

» Bien des naturalistes rejettent, lorsqu'il s'agit des animaux inférieurs, l'existence d'organes des sens analogues à ceux que l'on rencontre chez les animaux supérieurs. C'est ainsi que plusieurs d'entre eux regardent comme de simples taches pigmentaires, *les yeux* des Annélides, des Némertes, des Planaires, etc. D'autres naturalistes, au contraire, regardent les animaux, même les plus simples en organisation, comme pouvant avoir des organes spéciaux et distincts pour percevoir ce qui se passe autour d'eux. Voici quelques faits qui me paraissent propres à confirmer cette dernière opinion.

» Dans les yeux d'une Planaire de grande taille j'ai trouvé un cristallin bien caractérisé, placé sous la couche de pigment. Chez plusieurs Némertes j'ai constaté la communication du cerveau avec les yeux, par des nerfs optiques distincts. Les yeux sont composés d'une couche de pigment, d'une poche renfermant une espèce d'humeur vitrée. J'ai même cru quelquefois distinguer un cristallin. Telle est aussi la composition des yeux chez les Annélides. Dans une espèce trouvée à la torre dell' Isola di Terra, le cristallin était tellement considérable que, placé sur un porte-objet et regardé au microscope, il a produit le même effet que l'appareil d'éclairage de M. Dujardin, et que j'ai pu mesurer la longueur de son foyer.

» Dès l'année dernière, j'avais signalé l'existence d'un organe auditif chez une Annélide voisine de l'Amphicora de M. Ehrenberg. J'ai trouvé à Capo di Santo-Vito et à Favignana, une seconde espèce que je distingue de celle de la Manche en ce que chaque organe renferme plusieurs otolithes. Au reste, j'ai reconnu cette multiplicité des otolithes chez plusieurs Mollusques gastéropodes, que leur taille et leur transparence m'ont permis d'examiner vivants au microscope.

» Dans un ver marin, voisin des Naïs, et que j'ai rencontré surtout à Favignana et à Capo di Milazzo, on trouve à la tête trois yeux présentant chacun deux ou trois cristallins. De plus, chaque anneau du corps porte, à

côté des pieds, un œil semblable à ceux des Annélides, et communiquant avec le système nerveux abdominal par un nerf très-gros et parfaitement distinct. Ainsi, comme l'a avancé le premier M. Ehrenberg, bien loin que les animaux inférieurs soient dépourvus d'organes des sens, ces organes sont souvent plus multipliés chez eux que chez les animaux supérieurs, et peuvent être placés dans des parties du corps où ces derniers n'en présentent jamais. »

Mme **Jacobson**, veuve du célèbre anatomiste de ce nom, fait hommage à l'Académie d'une série des instruments imaginés par M. Jacobson pour détruire la pierre dans la vessie, par une forte pression, et sans perforation préalable. Cette série montre toutes les formes qu'a eues le *lithoclaste*, depuis sa première construction jusqu'à l'état de perfection où l'a conduit l'auteur.

En 1833, l'Académie décerna à M. Jacobson, pour cette invention, un prix de 4 000 francs; la même année, elle le nomma l'un de ses Correspondants.

La veuve de cet homme illustre et si regrettable émet le vœu que l'instrument dont il a enrichi la chirurgie puisse être déposé dans les collections de l'Académie.

Pour donner une nouvelle preuve de l'efficacité de la méthode dont il s'agit, on a cru devoir envoyer les fragments de plusieurs pierres extraites par M. Jacobson lui-même. Les malades auxquels ces fragments avaient appartenu, ont tous guéri.

Des remercîments seront immédiatement adressés à Mme Jacobson; et l'instrument inventé par son mari sera placé dans la collection de l'Académie.

M. **Pauthier**, à l'occasion d'une communication récente de M. Schattenmann sur la *désinfection et l'emploi, comme engrais, des matières fécales*, donne quelques détails sur les manières différentes dont ces produits sont employés par les agronomes chinois, qui paraissent aussi avoir un procédé de désinfection, procédé sur lequel, au reste, les récits des missionnaires ne fournissent évidemment que des données incomplètes.

M. **Flourens** communique des extraits d'une Lettre qui lui a été adressée par M. **de Castelnau**, Lettre dans laquelle ce voyageur reproduit tous les détails qui se trouvaient déjà dans sa Lettre à M. *Élie de Beaumont* (voir le *Compte rendu* de la séance du 8 juillet, page 136), mais où il est en outre question

d'observations relatives à l'histoire des races humaines de l'Amérique du Sud, et à la connaissance des langues que parlent les indigènes du Brésil.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. F.

ERRATA.

(Séance du 8 juillet 1844.)

Page 56, ligne 4, *au lieu de* 1, *lisez* k_0

Page 56, ligne 13, *au lieu de* A, *lisez* Ak_0

Page 58, ligne 6, *au lieu de* $\lambda = \frac{1-\theta^2}{\theta^2}$, *lisez* $\lambda = \frac{\theta^2}{1-\theta^2}$

Page 58, ligne 11, *au lieu de* $[s-1]_{n-1}$, $[s-2]_{n-2}$, *lisez* $[s-1]_{n+1}$, $[s-2]_{n+2}$

Page 59, ligne 2, *au lieu de* $\theta^2 < \frac{1}{\sqrt{2}}$, *lisez* $\theta^2 < \frac{1}{2}$

Page 65, ligne 19, *au lieu de* quantité numérique, *lisez* quantité

Page 65, ligne 19, *au lieu de* valeur, *lisez* valeur numérique

Page 65, ligne 21, *au lieu de* $N - f - g + n' + f' - g'$, *lisez* $N - n - 2g + n' + f' - g'$

Page 65, ligne 25, *au lieu de* $\mathfrak{h} = \frac{2\theta b'}{k}$, *lisez* $\mathfrak{h} = \frac{\theta b'}{k}$

Page 66, ligne 8, au lieu de $e^{n\beta\sqrt{-1}}$, lisez $e^{n(\alpha+\beta')\sqrt{-1}}$

Page 66, ligne 8, au lieu de $\Theta_{f,g}$, lisez $\Theta_{f,g}\, e^{(g-f)(\alpha-\beta+\beta')\sqrt{-1}}$

Page 66, ligne 23, *au lieu de* qui vérifient, *lisez* qui fournissent des valeurs positives de N′, en vérifiant

Page 66, lignes 12 et 17, *au lieu de* $N - f - g + n' + f' - g'$, *lisez* $N - n + n' + f' - g,$

Page 136, ligne 4, *au lieu de* Gayaz, *lisez* Goyaz

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences ; 2e semestre 1844; n° 2; in-4°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; juin 1844; in-8°.

Annales forestières; juin 1844; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; n° 87; in-8°.

Annales de l'Académie de Reims; Ier vol., 1842-1843; in-8°.

Bulletin de la Société d'Horticulture de Caen; mai 1844; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; juillet 1844; in-8°.

De l'identité du Typhus et de la Fièvre typhoïde; par M. GAULTIER DE CLAUBRY; 1 vol. in-8°.

Histoire d'un petit Insecte coléoptère (Colaspis atra) *qui ravage les luzernes du midi de la France, suivie de l'indication des procédés à employer pour le détruire; par* M. JOLY. Montpellier, 1844; in-8°.

Notice sur l'histoire, les mœurs et l'organisation de la Girafe; par le même. Toulouse, 1844; in-8°.

Types de chaque famille et des principaux genres de Plantes croissant spontanément en France; par M. PLÉE; 9e livr.; in-4°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; juillet 1844; in-8°, avec atlas du 1er semestre; in-4°.

Annales des Maladies de la peau et de la Syphilis; par M. CAZENAVE; juin 1844; in-8°.

L'Abeille médicale; juillet 1844; in-8°.

Astronomical... *Observations astronomiques faites à l'Observatoire royal de Greenwich dans l'année* 1842, *sous la direction de* M. J. BIDDEL-AIRY, *astronome royal, publiées par ordre du Bureau de l'Amirauté.* Londres, 1844; 1 vol. in-4°.

Catalogue.... *Catalogue des places de* 1439 *étoiles, rapportées à la date du* 1er *janvier* 1840, *d'après les observations faites à l'Observatoire royal de Greenwich, depuis le* 1er *janvier* 1836 *jusqu'au* 31 *décembre* 1841. Londres, 1843; in-4°.

Philosophical... *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres pour l'année* 1843; 1re et 2e partie, et 1re partie de 1844; in-4°.

The royal... *Liste des membres de la Société royale au* 30 *novembre* 1843; in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale de Londres;* nos 57 et 58; du 30 mars 1843 au 23 novembre 1843; in-8°.

The medals... *Les Médailles de la création, ou premières Leçons sur la Géologie et sur les restes organiques; par* M. G. MANTELL; 2 vol. in-12. Londres, 1844.

The Quaterly review, mars et juin 1844; in-8°.

The Athenæum; mai et juin 1844; in-4°.

Human Physiology... *Physiologie humaine; par* M. ROBLEY-DUNGLISON; 5e édition, 2 vol. in-8°. Philadelphie, 1844; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; nos 508 et 509; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 28; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 80 à 82; in-fol.

L'Écho du Monde savant; n° 3.

L'Expérience; n° 367; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUILLET 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Sur une excursion aux extrémités méridionales et occidentales de l'Algérie; par* M. BORY DE SAINT-VINCENT.

« Je dois communiquer à l'Académie quelques-uns des détails qui viennent de m'être adressés par M. le capitaine Durieu de Maisonneuve, membre de la Commission scientifique d'Algérie, concernant les régions les plus reculées dans l'ouest de nos possessions africaines qu'a parcourues cet infatigable explorateur, de la mi-avril jusque assez avant dans le mois de juin, c'est-à-dire pendant la saison printanière, après laquelle de très-fortes chaleurs dévorant la verdure n'y font grâce qu'au feuillage persistant du petit nombre d'espèces d'arbres caractéristiques d'une région boisée particulière, qui s'étend précisément où l'on s'imagine que commence une mer de sable aride et mobile, laquelle n'existe cependant nulle part.

» M. Durieu partit d'Oran accompagné d'un seul domestique arabe et se dirigea d'abord sur Tlemcen où il nous restait quelques observations à compléter. Il se mettait en route précisément à l'époque où s'élevait non loin de sa droite cet orage politique du Maroc qui cause au loin tant d'émoi, mais qui n'a pas un moment causé de sérieuses inquiétudes aux bons esprits à portée

de voir les choses de près. Notre savant voyageur, ayant vu ce qu'il se proposait d'approfondir, se rendit à Mascara, dont les environs avaient été jusqu'ici trop légèrement étudiés, et se dirigeant, quand il n'y eut plus rien à faire, droit au sud, il était parvenu le 20 mai bien plus loin que Ouizart et Saïda, aux limites extrêmes que la nature seule a pu jusqu'ici assigner à nos conquêtes. Il s'y est élevé jusqu'au véritable désert, si désert il y a, le plus dans l'ouest possible, et plus méridionalement même que le parallèle de Biskara. Il n'était pas à moins de 20 myriamètres des côtes, et il a été fort surpris de trouver encore dans toutes les productions de la nature, à une si grande distance, le caractère méditerranéen le plus prononcé. Un certain nombre de plantes mentionnées dans le *Flora atlantica*, que j'avais recommandées à M. Durieu de retrouver parce qu'elles sont citées par Desfontaines, ne se sont pas présentées à lui, quoiqu'on les regardât comme propres au désert. Ce savant me fait remarquer qu'elles furent recueillies au fond des sirtes, et croit avec grande apparence de raison qu'elles devront être retranchées de notre catalogue de la végétation algérienne.

» Planant pour ainsi dire du faîte d'un plateau qui, s'élevant de plus en plus à partir de Saïda, se termine par un long escarpement, l'intrépide voyageur put contempler tranquillement partie des limbes de ce qu'on appelle communément, avec cette intrépidité que donne une vieille habitude, *le vaste désert*, encore que le dépeuplement n'en soit que relatif, et analogue, seulement dans de plus grandes proportions, à celui de nos landes aquitaniques, où des espaces incultes, qui ne sont pas « un océan composé d'arène vagabonde, » séparent çà et là le territoire souvent très-fertile de lieux assez populeux. J'avais dans ma jeunesse souvent observé, dès la sortie de Bordeaux quand on se rend à la Teste, le phénomène du mirage, si longtemps considéré comme propre aux déserts africains; ce mirage, en effet bien plus prononcé, s'est offert ici, dans toute sa splendeur, aux regards de M. Durieu, qui a même pu jouir du merveilleux spectacle d'un mirage à deux étages, beaucoup plus distinct qu'on ne l'avait encore observé nulle part.

» Avant d'arriver aux confins du désert et dès sept à huit lieues au sud de Mascara, M. Durieu commença à rencontrer en plus grand nombre qu'il ne l'avait vu ailleurs, ce *Callitris quadricocca* appelé *Thuya articulata* par Desfontaines. On ne rencontre cet arbre que çà et là dans quelques autres parties de l'Algérie, où il ne parvient guère à une grande taille. J'avais autrefois eu occasion de reconnaître, quand nous entrâmes pour la première fois à Cherchell, dans les fosses de la maison abandonnée d'un tanneur, que le feuillage de ce *Callitris* est employé dans la préparation des peaux. Au sud

de Mascara, sans jamais composer de forêts à proprement parler, ces arbres finissent par se rapprocher en plus grande quantité, pour occuper une zone fort étendue, où tous les individus, évidemment multiséculaires, semblent être contemporains et dater d'une seule et même époque. La plupart, dont le tronc est simple, acquièrent au delà de 4 mètres de circonférence; il en est de multiples qui sont encore plus gros, et ceux dont la cime n'a point été mutilée n'ont pas moins d'une soixantaine de pieds d'élévation. On ne trouve point d'individus dont les proportions soient intermédiaires, et pas un seul jeune pied dans les intervalles que les grands laissent entre eux. L'incendie serait-il la cause d'une telle singularité? Mais alors pourquoi les vieux individus ne seraient-ils pas aussi consumés, puisqu'il suffit de mettre le feu à un seul point de l'écorce du *Callitris* pour que celui-ci brûle entièrement, tant le bois en est résineux? M. Durieu a vu des pâtres grossiers qui en allumaient de magnifiques pour se divertir, et sans autre motif que de les voir se consumer.

» Quelques parties de cette région boisée se composent aussi d'oliviers sauvages, mais qui ne viennent pas aussi grands que la plupart de ceux qu'on admire pour leur taille dans la région riveraine. Le Chêne au Kermès (*Quercus coccifera*, L.), qu'ailleurs nous n'avons jamais vu de très-grande taille, atteint ici aux proportions des arbres forestiers, et il en est de presqu'aussi gros que des chênes ordinaires. Le Lentisque (*Pistachia Lentiscus*, L.) devient aussi fort grand et compose des massifs considérables. Quand on avance encore plus dans le sud, les *Callitris* deviennent de plus en plus nombreux et beaux, sans cependant jamais se presser en forêts épaisses. On en a évidemment fait en plusieurs endroits des coupes plus ou moins considérables. Son bois, étant absolument semblable, tant pour l'aspect que pour la qualité, à celui du Cèdre, se transporta, à ce qu'il paraît, concurremment avec celui des forêts si longtemps ignorées du petit Atlas, dans les villes du littoral à l'usage de l'architecture. Nos officiers du génie l'ont abondamment employé pour les constructions du camp établi au sud de Mascara; et de là s'était accréditée l'idée qu'il existait aussi des forêts de Cèdres du Liban dans la contrée. On avait d'abord tourné en ridicule la pensée manifestée dès 1840, qu'il pût y avoir de véritables Cèdres en Afrique; depuis qu'on ne peut plus nier qu'il en existe dans les environs de Sétif, sur les hauteurs de Dgigelli et dans le voisinage d'Alger même, on en veut trouver partout. M. Durieu a bien examiné la question et démontré la méprise.

» L'Oxicèdre (*Juniperus Oxicedrus*, L.) est encore l'un des produits remarquables de la région boisée du midi de Mascara et de Saïda. Il y acquiert des

dimensions que l'on ne lui voit pas autre part, et M. Durieu en a trouvé dont la tige avait plus de 1 mètre de circonférence et une certaine élévation.

» Pendant les deux mois durant lesquels notre intrépide explorateur a parcouru un pays où le voisinage de la guerre pouvait faire appréhender quelques défections chez les tribus dont il lui fallait traverser le territoire, il n'a pas, dit-il, entrevu l'ombre d'un danger. Il est douteux qu'on en pût dire autant si l'on entreprenait de faire nuitamment le tour de Paris d'un crépuscule à l'autre. Circulant paisiblement, sans être inquiété par qui que ce soit, en des lieux où quelques personnes ont l'habitude de dire que « le sang français » coule continuellement à grands flots sous le yatagan de l'Arabe impi- » toyable, etc., etc., » M. Durieu n'a eu à redouter que les ardeurs du siroco, qu'on pourrait appeler l'haleine du désert, et qui a sévi pendant quatre à cinq jours sans discontinuation.

» L'excursion de M. Durieu, en ajoutant une multitude de faits importants aux résultats scientifiques obtenus précédemment, en complétant nos connaissances botaniques et en faisant surtout connaître l'état forestier de l'Algérie, si longtemps réputée totalement dépourvue d'arbres, prouve encore que l'espèce humaine n'y est pas aussi féroce et fanatisée qu'on s'obstine à nous le représenter pour produire certains effets oratoires, dont la portée commence heureusement à s'user. Il suffit d'avoir bien convaincu les habitants, soit sédentaires, soit nomades, de l'Afrique, qu'on ne les redoutait pas et qu'en sachant les atteindre, on joignait l'esprit de justice à la force, pour qu'ils aient senti à quel point il était de leur intérêt d'être paisibles et même justes à leur tour. M. le maréchal ministre de la Guerre, auquel j'ai dû faire part des explorations de M. Durieu, convaincu, parce qu'il sait les choses comme elles sont, qu'on pouvait pénétrer partout dans nos possessions algériennes quand on se comportait de façon à n'y pas causer d'ombrage et qu'on n'y tente pas imprudemment la cupidité, a, sur ma demande, prolongé la mission de ce savant officier pour le mois prochain, où il est probable qu'il s'élèvera sur les points culminants du pays, la neige qui persiste quelquefois jusqu'au commencement des étés devant y être fondue.

» M. Durieu était de retour à Alger vers la mi-juin. Le soir même du jour de son arrivée, il en repartait pour aller donner un coup d'œil aux frontières de Tunis, et rechercher à la Calle des choses que nous y avions négligées. Il m'écrit du 9 de ce mois qu'il y a retrouvé, dans le fond d'une mare, l'une des Isoëtes dont j'ai entretenu l'Académie dans l'une de ses dernières séances, et à laquelle j'imposai le nom spécifique de *I. longissima*. Je ne signale ici ce

fait que parce qu'un singulier hasard vient lui donner la plus haute importance en géographie botanique.

» Je recevais, peu de jours avant la dernière communication de M. Durieu, une Lettre de Leipsick du savant professeur M. Kunze, auquel je me fais un devoir de communiquer tout ce que je crois nouveau en cryptogamie, et auquel conséquemment j'avais dès longtemps adressé nos espèces africaines d'Isoëtes. Cet habile naturaliste m'écrit : « Je viens de recevoir une assez belle » collection de Californie; l'une des premières plantes que j'y trouve est » votre *Isoëtes longissima* de la Calle. Il n'y a pas le moindre doute à élever » sur l'identité spécifique. »

» Il y a bien loin de la Calle à la presqu'île, qu'en séparent l'Atlantique et la mer Vermeille; comment le même végétal se trouve-t-il au fond des eaux douces de l'un et de l'autre pays? Les vents, les oiseaux, les hommes ont-ils porté sa semence précisément en deux points si éloignés du globe et séparés par tant d'eau salée? ou l'*Isoëtes longissima* s'est-il formé simultanément en ces deux sites? Je laisse la décision d'une telle question à de plus hardis que moi. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur diverses propriétés remarquables du développement d'une fonction en série ordonnée suivant les puissances entières d'une même variable; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Considérons une fonction donnée d'une variable x réelle ou imaginaire. Si cette fonction reste continue, du moins pour des valeurs du module de la variable comprises entre certaines limites, elle sera, pour de telles valeurs, développable en une série convergente ordonnée suivant les puissances entières de la variable. Il y a plus: les divers termes de ce développement jouiront de propriétés remarquables, et qu'il paraît utile de signaler.

» D'abord, la valeur d'un terme quelconque, pour un module donné de la variable, ne sera autre chose, comme on peut aisément s'en assurer, que la valeur moyenne et correspondante du produit qu'on obtient quand on multiplie la fonction elle-même par une certaine exponentielle trigonométrique. Or, de ce principe on déduit immédiatement un théorème digne d'attention, savoir, que, dans le développement d'une fonction suivant les puissances ascendantes d'une variable, le module d'un terme quelconque est, pour un module donné de la variable, toujours égal ou inférieur au plus grand module correspondant de la fonction dont il s'agit.

» D'ailleurs de ce premier théorème on en déduit immédiatement plu-

sieurs autres qui permettent de transformer en méthodes rigoureuses divers procédés dont on s'était servi pour déterminer les valeurs approchées des coefficients que renferme la série.

ANALYSE.

» Soit $f(x)$ une fonction donnée de la variable imaginaire

$$x = re^{p\sqrt{-1}}, \tag{1}$$

et supposons que cette fonction reste continue entre les limites inférieure et supérieure $k_{,}$ et k du module r de la variable x. On aura, en prenant $r = 1$,

$$f(e^{p\sqrt{-1}}) = \ldots a_{-2}e^{-2p\sqrt{-1}} + a_{-1}e^{-p\sqrt{-1}} + a_0 + a_1 e^{p\sqrt{-1}} + a_2 e^{2p\sqrt{-1}} + \ldots, \tag{2}$$

et plus généralement, en supposant r renfermé entre les limites $k_{,}, k$,

$$f(x) = \ldots a_{-2}x^{-2} + a_{-1}x^{-1} + a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots, \tag{3}$$

la valeur de a_n étant déterminée par la formule

$$a_n = \frac{r^{-n}}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-np\sqrt{-1}} f(re^{p\sqrt{-1}})\, dp. \tag{4}$$

Or, cette formule, dans laquelle on peut supposer l'indice n positif ou négatif, et attribuer au module r l'une quelconque des valeurs comprises entre les limites $k_{,}, k$, entraîne diverses conséquences dignes de remarque, et que nous allons indiquer.

» D'abord, il suit de la formule (4) que le produit $a_n r^n$, c'est-à-dire le module du terme général du développement de $f(x)$, est précisément la valeur moyenne de la fonction

$$e^{-np\sqrt{-1}} f(re^{p\sqrt{-1}}).$$

D'ailleurs cette valeur moyenne offre nécessairement un module inférieur au module *maximum* de la fonction elle-même. On peut donc énoncer ce théorème très-général, et qui paraît digne d'attention.

» 1er *Théorème.* Dans le développement d'une fonction suivant les puissances entières d'une variable, le module d'un terme quelconque est, pour une valeur donnée du module de la variable, toujours inférieur au plus grand module correspondant de la fonction elle-même.

» On peut évidemment tirer de la formule (4) une limite supérieure au module du terme général

$$a_n x^n \quad \text{ou} \quad a_{-n} x^{-n}$$

de la série comprise dans le second membre de la formule (3). Veut-on, par exemple, obtenir une limite supérieure au module de $a_n x^n$, n étant positif? On posera

$$r = \rho,$$

ρ désignant un nombre égal ou inférieur au module k. Soit d'ailleurs $\mathfrak{F}$ le module *maximum* de la fonction $\mathrm{f}(\rho e^{p\sqrt{-1}})$, ou une quantité positive inférieure à ce module. En vertu de la formule (4), dans laquelle nous réduirons r à ρ, le module de $a_n x^n$ sera certainement inférieur au rapport

$$\left(\frac{r}{\rho}\right)^n \mathfrak{F}.$$

Pareillement, si $\rho_{,}$ désigne un nombre égal ou supérieur au module $k_{,}$, et $\mathfrak{F}_{,}$ le module *maximum* de la fonction

$$\mathrm{f}(\rho_{,} e^{p\sqrt{-1}}),$$

ou une quantité positive inférieure à ce module; alors le module de $a_{-n} x^{-n}$ sera certainement inférieur au produit

$$\left(\frac{\rho_{,}}{r}\right)^n \mathfrak{F}_{,}.$$

Cela posé, si, dans le second membre de la formule (3), on conserve seulement les termes proportionnels aux puissances de x ou de $\frac{1}{x}$, dont le degré est inférieur au nombre entier n, l'erreur commise offrira certainement un module inférieur à la somme

$$\left[\left(\frac{r}{\rho}\right)^n + \left(\frac{r}{\rho}\right)^{n+1} + \ldots\right] \mathfrak{F} + \left[\left(\frac{\rho_{,}}{r}\right)^n + \left(\frac{\rho_{,}}{r}\right)^{n+1} + \ldots\right] \mathfrak{F}_{,},$$

ou, ce qui revient au même, à la somme

$$(5) \qquad \frac{\left(\frac{r}{\rho}\right)^n}{1 - \frac{r}{\rho}} \mathfrak{F} + \frac{\left(\frac{\rho_{,}}{r}\right)^n}{1 - \frac{\rho_{,}}{r}} \mathfrak{F}_{,}.$$

Donc, si l'on attribue au nombre entier n une valeur assez considérable pour que la somme (5) devienne inférieure à une certaine limite δ, on commettra sur la valeur de $f(x)$ une erreur, dont le module sera inférieur à cette limite, lorsqu'à l'équation (3) on substituera la suivante

$$(6)\quad f(x) = a_{-n+1}x^{-n+1} + \ldots + a_{-1}x^{-1} + a_0 + a_1 x + \ldots + a_{n-1}x^{n-1};$$

et par conséquent on pourra, sans craindre une telle erreur, ni sur la fonction elle-même, ni sur aucun des termes qui renferment les coefficients

$$a_{-n+1}, \ldots, a_{-1}, a_0, a_1, \ldots, a_{n-1},$$

déterminer chacun de ces coefficients, non plus à l'aide de l'équation

$$(7)\qquad a_m = \frac{r^{-m}}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-mp\sqrt{-1}}\, f\left(re^{p\sqrt{-1}}\right)dp,$$

mais à l'aide de la suivante

$$(8)\qquad a_m = \frac{r^{-m}}{l}\sum e^{-\frac{2mi\pi}{l}\sqrt{-1}}\, f\left(re^{\frac{2i\pi}{l}\sqrt{-1}}\right),$$

l désignant un nombre entier égal ou supérieur à $2n-1$, et la somme qu'indique le signe $\sum$ s'étendant à toutes les valeurs entières de i qui restent inférieures à l. Or, substituer l'équation (8) à l'équation (7), c'est tout simplement appliquer la méthode des quadratures à l'évaluation de l'intégrale que renferme le second membre de l'équation (7). C'est encore, si l'on veut, appliquer la méthode d'interpolation au développement de la fonction $f(x)$ en série. Mais, en opérant comme on vient de le dire, on transformera en méthodes rigoureuses ces méthodes dont les géomètres ont souvent fait usage, et dont j'avais moi-même, dès l'année 1832, indiqué l'emploi comme pouvant être utile dans les problèmes d'astronomie.

» Lorsqu'en supposant $r = k$ et $r = k_{,}$, on rend infinies des dérivées de $f(x)$, alors, d'après ce que j'ai dit dans un autre article, k et $k_{,}$ sont les limites extrêmes entre lesquelles le module de x peut varier, sans que le développement de $f(x)$ cesse d'être convergent. Si d'ailleurs la fonction $f(x)$ ne devient pas infinie avec ses dérivées, mais conserve, au contraire, une valeur finie pour $r = k$ et pour $r = k_{,}$, il sera utile de réduire, dans l'expression (5), ρ à k, $\rho_{,}$ à $k_{,}$. Cette dernière réduction ne sera plus permise, si

$f(x)$ devient infinie quand on pose $r=k$ et $r=k_{,}$. Mais alors, pour diminuer la valeur de l'expression (5), il pourra être avantageux, quand le nombre n sera considérable, de supposer ρ peu différent de k, et $\rho_{,}$ peu différent de $k_{,}$.

» Au reste, dans le cas dont il s'agit, on peut souvent substituer à l'expression (5) une autre expression du même genre, que l'on déduira de l'équation (4), transformée d'abord à l'aide d'une ou de plusieurs intégrations par parties. En effet, concevons que $f(x)$ devienne infinie pour une valeur ξ de x, dont le module soit k; et supposons, pour fixer les idées,

$$f(x)=\left(1-\frac{x}{\xi}\right)^{-s}\varphi(x),$$

l'exposant s étant positif; mais admettons en même temps que $\varphi(x)$ conserve une valeur finie pour $x=\xi$. Si l'on nomme α l'argument de ξ, on aura

$$\xi=ke^{\alpha\sqrt{-1}},$$

$$f\left(re^{p\sqrt{-1}}\right)=\left[1-\frac{r}{k}e^{(p-\alpha)\sqrt{-1}}\right]^{-s}\varphi\left(re^{p\sqrt{-1}}\right).$$

On aura donc, par suite,

$$f\left(ke^{p\sqrt{-1}}\right)=\left[1-e^{(p-\alpha)\sqrt{-1}}\right]^{-s}\varphi\left(ke^{p\sqrt{-1}}\right);$$

et l'on tirera de la formule (4), en y posant $r=k$,

$$(9)\qquad a_n=\frac{k^{-n}}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}e^{-np\sqrt{-1}}\left[1-e^{(p-\alpha)\sqrt{-1}}\right]^{-s}\varphi\left(ke^{p\sqrt{-1}}\right)dp.$$

Or, une ou plusieurs intégrations par parties, appliquées à cette dernière formule, feront croître l'exposant $-s$ d'une ou plusieurs unités, de manière à ce qu'il se trouve remplacé par un exposant positif; et alors le module *maximum* de la fonction sous le signe $\int$, multiplié par le rapport $\left(\frac{r}{k}\right)^n$, donnera évidemment pour produit une limite supérieure au module du terme $a_n x^n$.

» Lorsqu'on applique les principes que nous venons d'exposer aux problèmes d'astronomie, il est bon de se rappeler que l'on simplifie les calculs en substituant directement dans les intégrales dont les valeurs se déterminent par la méthode des quadratures, les anomalies excentriques aux anomalies moyennes. »

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Note sur la courbure des lignes considérées comme provenant de l'intersection mutuelle de deux surfaces données; par* M. **J. Binet**.

« Quand une ligne courbe est située à la fois sur deux surfaces f, f_1, sa courbure, en un point déterminé R, dépend de la forme des deux surfaces et surtout des éléments de leurs courbures au point R. Je me suis proposé de reconnaître la participation individuelle, en quelque sorte, due à chacune des surfaces dans la courbure de leur section commune, et j'ai été conduit à deux propositions géométriques qui emploient, pour leur expression, des considérations distinctes, mais qui sont aisément conciliables. Je me bornerai ici à énoncer la plus simple de ces propositions : par la tangente à la section commune en R, conduisez un plan qui coupe la première surface f, et qui lui soit normal; déterminez le centre de cette section normale d'après le théorème d'Euler; par la même tangente conduisez un second plan normal à la surface f_1, et cherchez pareillement le centre de courbure de la ligne qu'il trace sur f_1; vous joindrez, par une droite, les deux centres de courbure ainsi trouvés : ce sera la ligne des pôles de l'élément de la courbe proposée en R, selon la dénomination de Monge; et une perpendiculaire abaissée de R, sur cette ligne des pôles, sera le rayon de courbure, tant en grandeur qu'en position. Cette proposition se rattache naturellement au théorème de Meunier sur la courbure des sections obliques des surfaces. J'ai été informé, par M. Chasles, après la présentation de cette Note, que M. Hachette, membre de cette Académie, a donné une construction élégante qui renferme la même proposition : il l'a tirée de considérations ingénieuses sur les surfaces réglées et sur les projections, ainsi qu'on le voit dans la partie synthétique de son *Traité de Géométrie*, publié en 1817.

» **1.** Soit ρ le rayon de courbure d'une ligne quelconque; sa grandeur est donnée, pour le point R qui répond aux coordonnées rectangulaires x, y, z, par la formule connue

$$(1) \qquad \frac{1}{\rho^2} = \frac{(dy\, d^2z - dz\, d^2y)^2 + (dz\, d^2x - dx\, d^2z)^2 + (dx\, d^2y - dy\, d^2x)^2}{ds^6},$$

où l'on représente $dx^2 + dy^2 + dz^2$ par ds^2, en sorte que ds est l'élément de la courbe. Le plan osculateur de la courbe forme, avec les plans des yz, zx, xy, des angles qui ont pour leurs cosinus

$$(2)\qquad \rho\,\frac{dy\,d^2z - dz\,d^2y}{ds^3},\quad \rho\,\frac{dz\,d^2x - dx\,d^2z}{ds^3},\quad \rho\,\frac{dx\,d^2y - dy\,d^2x}{ds^3};$$

le rayon de courbure ρ se trouvant à l'intersection du plan osculateur et du plan normal à la courbe, il en résulte que l'angle $\widehat{\rho x}$, formé par cette droite avec la direction de l'axe des x, a pour cosinus

$$\cos\widehat{\rho x} = \frac{dz}{ds}\cdot\rho\,\frac{dz\,d^2x - dx\,d^2z}{ds^3} - \frac{dy}{ds}\cdot\rho\,\frac{dx\,d^2y - dy\,d^2x}{ds^3},$$

ou bien

$$(3)\qquad \cos\widehat{\rho x} = \rho\,\frac{d^2x\,(dx^2+dy^2+dz^2) - dx\,(dx\,d^2x + dy\,d^2y + dz\,d^2z)}{ds^4};$$

mais $dx\,d^2x + dy\,d^2y + dz\,d^2z = ds.ds^2$; donc

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} \cos\widehat{\rho x} &= \rho\cdot\frac{ds\,d^2x - dx\,d^2s}{ds^3} = \frac{\rho}{ds}.d\frac{dx}{ds}, \quad \text{et semblablement}\\ \cos\widehat{\rho y} &= \rho\cdot\frac{ds\,d^2y - dy\,d^2s}{ds^3} = \frac{\rho}{ds}.d\frac{dy}{ds},\\ \cos\widehat{\rho z} &= \rho\cdot\frac{ds\,d^2z - dz\,d^2s}{ds^3} = \frac{\rho}{ds}.d\frac{dz}{ds}.\end{aligned}\right.$$

» **2**. Cela posé, représentons par

$$(5)\qquad z = f(x, y),\quad z = f_1(x, y)$$

les équations de deux surfaces f, f_1 donnant, par leur intersection mutuelle, la courbe proposée ff_1 : les différentielles de ces équations seront

$$(6)\qquad dz = p\,dx + q\,dy,\quad dz = p_1\,dx + q_1\,dy;$$

on en tire les rapports de dx, dy et dz, auxquels nous donnerons la forme suivante :

$$(7)\qquad \frac{dx}{q_1 - q} = \frac{dy}{p - p_1} = \frac{dz}{pq_1 - qp_1} = \frac{ds}{A}:$$

nous remplaçons ici par A la quantité $\sqrt{(q_1 - q)^2 + (p - p_1)^2 + (pq_1 - qp_1)^2}$, et l'on aura aussi $A^2 = (p^2 + q^2 + 1)\,(p_1^2 + q_1^2 + 1) - (pp_1 + qq_1 + 1)^2$. Nous devrons différentier de nouveau les équations (6) : représentons, pour

abréger,

$$dp\,dx+dq\,dy,\quad \text{par}\quad B\,ds^2;$$
$$dp_1\,dx+dq_1\,dy,\quad \text{par}\quad B_1\,ds^2;$$

par cette notation les différentielles des équations (6) seront

$$p\,d^2x+q\,d^2y-d^2z=-B\,ds^2,$$
$$p_1d^2x+q_1d^2y-d^2z=-B_1ds^2;$$

à ces deux égalités joignons encore

$$dx\,d^2x+dy\,d^2y+dz\,d^2z=ds\,d^2s,$$

afin d'en déduire d^2x, d^2y, d^2z : remarquons que

$$p(q_1dz+dy)-p_1(qdz+dy)+dx(q_1-q)=A^2\frac{ds}{A}=Ads;$$

et l'on obtiendra par l'élimination

$$(8)\left\{\begin{aligned}
d^2x&=d^2s.\frac{dx}{ds}+\frac{ds^2}{A^2}.\left\{\begin{aligned}&B\,[p_1(pp_1+qq_1+1)-p\,(p_1^2+q_1^2+1)]\\+&B_1[p\,(pp_1+qq_1+1)-p_1(p^2+q^2+1)]\end{aligned}\right\},\\
d^2y&=d^2s.\frac{dy}{ds}+\frac{ds^2}{A^2}.\left\{\begin{aligned}&B\,[q_1(pp_1+qq_1+1)-q\,(p_1^2+q_1^2+1)]\\+&B_1[q\,(pp_1+qq_1+1)-q_1(p^2+q^2+1)]\end{aligned}\right\},\\
d^2z&=d^2s.\frac{dz}{ds}-\frac{ds^2}{A^2}.\left\{\begin{aligned}&B\,[\ (pp_1+qq_1+1)-\ (p_1^2+q_1^2+1)]\\+&B_1[\ (pp_1+qq_1+1)-\ (p^2+q^2+1)]\end{aligned}\right\}.
\end{aligned}\right.$$

De ces valeurs on déduit les suivantes, en ayant encore égard aux équations (7),

$$dy\,d^2z-dz\,d^2y=\frac{ds^3}{A}(Bp_1-B_1p),$$
$$dz\,d^2x-dx\,d^2z=\frac{ds^3}{A}(Bq_1-B_1q),$$
$$dx\,d^2y-dy\,d^2x=-\frac{ds^3}{A}(B-B_1);$$

substituant dans l'équation (1), on aura, pour déterminer le rayon ρ,

$$(9)\qquad \frac{1}{\rho^2}=\frac{B^2(p_1^2+q_1^2+1)-2BB_1(pp_1+qq_1+1)+B_1^2(p^2+q^2+1)}{A^2};$$

et pour les angles qu'il forme avec les axes des x, des y et des z, d'après les

équations (4) et les valeurs (8), il viendra

$$(10)\quad \begin{cases} \cos\widehat{\rho x} = \dfrac{\rho}{A^2}\left\{ \begin{array}{l} B\,[p_1(pp_1+qq_1+1) - p\,(p_1^2+q_1^2+1)] \\ +B_1[p\,(pp_1+qq_1+1) - p_1(p^2+q^2+1)] \end{array} \right\}, \\ \cos\widehat{\rho y} = \dfrac{\rho}{A^2}\left\{ \begin{array}{l} B\,[q_1(pp_1+qq_1+1) - q\,(p_1^2+q_1^2+1)] \\ +B_1[q\,(pp_1+qq_1+1) - q_1(p^2+q^2+1)] \end{array} \right\}, \\ \cos\widehat{\rho z} = -\dfrac{\rho}{A^2}\left\{ \begin{array}{l} B\,[(pp_1+qq_1+1) - (p_1^2+q_1^2+1)] \\ +B_1[(pp_1+qq_1+1) - (p^2+q^2+1)] \end{array} \right\}. \end{cases}$$

» 3. Concevons, pour un instant, que, sans rien changer à la première surface f, on emploie un plan pour seconde surface. Soit $z = ax + by + c$ son équation, a, b, c étant des constantes données, il en résulte $dz = adx + bdy$; ainsi $p_1 = a$, $q_1 = b$, $dp_1 = 0$, $dq_1 = 0$ et la quantité

$$B_1 ds^2 = dp_1 dx + dq_1 dy = 0, \quad \text{ou bien } B_1 = 0.$$

Admettons d'ailleurs que les coefficients constants a, b soient égaux respectivement aux valeurs qu'avaient p_1 et q_1, relativement à la seconde surface $z = f_1(x, y)$, pour le point particulier R, et qu'en outre le plan $z = ax + by + c$ passe par ce même point: cela revient à dire que le plan en question coïncide avec le plan tangent à la seconde surface f_1 au point R, et que la courbe plane résulte de la pénétration, dans la première surface, du plan tangent à la seconde. Je désignerai par M cette courbe plane, et par μ son rayon de courbure: si l'on voulait écrire ses équations, il conviendrait d'employer des coordonnées courantes, X, Y, Z, autres que x, y, z, qui sont particulières au point R, et l'on aurait

$$\begin{aligned} Z &= f(X, Y), \\ Z &= p_1(X - x) + q_1(Y - y) + z. \end{aligned}$$

Les différentiations devraient être exécutées relativement à X, Y, Z, et, après les avoir effectuées, on aurait à substituer x, y, z à la place de X, Y, Z, pour déterminer, comme précédemment, ce qui concerne sa courbure au point R; mais il est visible que nous aurons la valeur et la direction du rayon μ de cette courbe M en posant, dans les formules (9) et (10), $B_1 = 0$; il vient donc

$$(11)\qquad \frac{1}{\mu} = \frac{B\sqrt{p_1^2+q_1^2+1}}{A},$$

$$(12)\quad \begin{cases} \cos\widehat{\mu x} = \dfrac{\mu}{A^2}.B\,[p_1(pp_1+qq_1+1)-p(p_1^2+q_1^2+1)], \\ \cos\widehat{\mu y} = \dfrac{\mu}{A^2}.B\,[q_1(pp_1+qq_1+1)-q(p_1^2+q_1^2+1)], \\ \cos\widehat{\mu z} = -\dfrac{\mu}{A^2}.B\,[(pp_1+qq_1+1)-(p_1^2+q_1^2+1)]. \end{cases}$$

Désignons pareillement par M_1 la section que forme dans la deuxième surface $z=f_1(x,y)$ le plan tangent à la surface f, et par μ_1 le rayon de courbure de cette ligne plane au point R; nous aurons par les mêmes formules (9) et (10),

$$(13)\quad \frac{1}{\mu_1} = \frac{B_1\sqrt{p^2+q^2+1}}{A},$$

$$(14)\quad \begin{cases} \cos\widehat{\mu_1 x} = \dfrac{\mu_1}{A^2}.B_1\,[p(pp_1+qq_1+1)-p_1(p^2+q^2+1)], \\ \cos\widehat{\mu_1 y} = \dfrac{\mu_1}{A^2}.B_1\,[q(pp_1+qq_1+1)-q_1(p^2+q^2+1)], \\ \cos\widehat{\mu_1 z} = -\dfrac{\mu_1}{A^2}.B_1\,[(pp_1+qq_1+1)-(p^2+q^2+1)]. \end{cases}$$

L'angle $\widehat{\mu\mu_1}$ des rayons μ et μ_1 résulte la formule connue

$$\cos\widehat{\mu\mu_1} = \cos\widehat{\mu x}\cos\widehat{\mu_1 x} + \cos\widehat{\mu y}\cos\widehat{\mu_1 y} + \cos\widehat{\mu z}\cos\widehat{\mu_1 z},$$

après avoir substitué pour $\cos\widehat{\mu x}$, $\cos\widehat{\mu_1 x}$, etc., leurs valeurs (12), (14), et ayant égard aux valeurs de μ et μ_1 données par les formules (11), (13)

$$\cos\widehat{\mu\mu_1} = -\frac{pp_1+qq_1+1}{\sqrt{p^2+q^2+1}\,\sqrt{p_1^2+q_1^2+1}};$$

ce qui était d'ailleurs assez visible, par les situations particulières de μ et μ_1 dans les plans tangents des deux surfaces. Remplaçons B et B_1, dans la valeur (9) de ρ, par les expressions prises dans les équations (11), (13); cela donne

$$\frac{1}{\rho^2} = \frac{1}{\mu^2} - \frac{2}{\mu.\mu_1}\cdot\frac{pp_1+qq_1+1}{\sqrt{p^2+q^2+1}\,\sqrt{p_1^2+q_1^2+1}} + \frac{1}{\mu_1^2},$$

ou bien

$$(15)\qquad \frac{1}{\rho^2} = \frac{1}{\mu^2} + \frac{2\cos\widehat{\mu\mu_1}}{\mu\cdot\mu_1} + \frac{1}{\mu_1^2}.$$

On peut aussi introduire dans les formules (10), μ et μ_1, à la place de B et B_1; elles deviendront

$$(16)\qquad \begin{cases} \frac{1}{\rho}\cos\widehat{\rho\ x} = \frac{1}{\mu}\cos\widehat{\mu x} + \frac{1}{\mu_1}\cos\widehat{\mu_1 x}, \\ \frac{1}{\rho}\cos\widehat{\rho\ y} = \frac{1}{\mu}\cos\widehat{\mu\ y} + \frac{1}{\mu_1}\cos\widehat{\mu_1 y}, \\ \frac{1}{\rho}\cos\widehat{\rho\ z} = \frac{1}{\mu}\cos\widehat{\mu\ z} + \frac{1}{\mu_1}\cos\widehat{\mu_1\ z}. \end{cases}$$

Multipliant ces égalités par $\cos\widehat{\mu x}$, $\cos\widehat{\mu y}$, $\cos\widehat{\mu z}$, et ajoutant, il vient

$$(17)\qquad \frac{1}{\rho}\cos\widehat{\rho\ \mu} = \frac{1}{\mu} + \frac{1}{\mu_1}\cos\widehat{\mu\,\mu_1};$$

on aura aussi, en multipliant par $\cos\widehat{\mu_1 x}$, $\cos\widehat{\mu_1 y}$, $\cos\widehat{\mu_1\ z}$,

$$(18)\qquad \frac{1}{\rho}\cos\widehat{\rho\ \mu_1} = \frac{1}{\mu}\cos\widehat{\mu\ \mu_1} + \frac{1}{\mu_1}.$$

» Pour interpréter le résultat de ces recherches, il sera commode d'employer, selon l'usage de plusieurs géomètres, la grandeur $\frac{1}{\rho}$ comme mesure de la courbure, en R, de la ligne proposée ff_1 : nous supposerons cette courbure $\frac{1}{\rho}$ représentée par une droite portée, à partir de ce point R, sur la direction même de ρ. Nous regarderons aussi $\frac{1}{\mu}$, $\frac{1}{\mu_1}$ comme les courbures de ces lignes planes M et M_1 que forme respectivement, dans chacune des surfaces, le plan tangent à l'autre surface : ces courbures $\frac{1}{\mu}$, $\frac{1}{\mu_1}$ seront aussi représentées par deux droites portées, à partir du point R, sur les directions mêmes des rayons μ et μ_1. Ainsi, les trois courbures $\frac{1}{\rho}$, $\frac{1}{\mu}$, $\frac{1}{\mu_1}$ seront des droites comprises dans le plan normal en R. Cela posé, les équations (15), (17) et (18) expriment que si, sur les courbures $\frac{1}{\mu}$, $\frac{1}{\mu_1}$, ainsi représentées,

vous construisez un parallélogramme, en employant ces lignes comme côtés contigus au sommet R, la diagonale, issue du point R, sera en grandeur comme en direction, la courbure $\frac{1}{\rho}$; le plan osculateur sera donc le plan conduit par cette diagonale et par la tangente à la courbe.

» 4. Il résulte de ce théorème que, si en conservant la même surface f, on la coupe par une surface $z = f_1(x, y)$ qui change de forme, mais en restant toujours tangente au même plan en R, la courbe ff_1 conservera la même tangente en R, tout en modifiant sa courbure en général; mais la ligne plane M formée dans la surface f par le plan tangent à f_1 demeurant la même, il n'y aura de variable, dans les formules précédentes, que ce qui dépend de la seule grandeur μ_1, c'est-à-dire de la courbure de la ligne M_1 tracée par le plan tangent invariable à la surface f, dans la surface variable f_1.

» Les formules qui ont fourni ce théorème offrent une analogie manifeste avec celles qui, dans la Mécanique, concernent la force centrifuge; elles expriment, en effet, que si un point mobile d'une masse égale à l'unité parcourt la courbe ff_1 avec une vitesse v, sa force centrifuge $\frac{v^2}{\rho}$ en R sera la résultante des forces centrifuges $\frac{v^2}{\mu}$, $\frac{v^2}{\mu_1}$ provenant, sur les courbes M et M_1, du mouvement v, de deux mobiles égaux à l'unité de masse, et arrivant ensemble au point R, où les deux courbes M, M_1 se touchent, quoique situées dans des plans différents.

» 5. Considérons la section N formée, dans la première surface, par un plan qui lui soit normal, et qui touche l'intersection des surfaces f, f_1 au point R. Soit

$$\text{z} - z = a(\text{x} - x) + b(\text{y} - y)$$

l'équation de ce plan: devant être perpendiculaire au plan tangent

$$\text{z} - z = p(\text{x} - x) + q(\text{y} - y),$$

cette condition exigera que $ap + bq + 1 = 0$. Il doit, en outre, contenir la tangente à l'intersection des deux surfaces, et les équations de cette tangente sont, d'après les formules (7),

$$\frac{\text{x} - x}{q_1 - q} = \frac{\text{y} - y}{p - p_1} = \frac{\text{z} - z}{pq_1 - qp_1};$$

entre les coefficients a, b, on doit donc avoir cette autre équation

$$a(q_1 - q) + b(p - p_1) - (pq_1 - p_1q) = 0.$$

De ces deux égalités on tire les suivantes, par l'élimination :

$$\frac{a}{p(pp_1+qq_1+1)-p_1(p^2+q^2+1)} = \frac{b}{q(pp_1+qq_1+1)-q_1(p^2+q^2+1)}$$
$$= \frac{1}{(pp_1+qq_1+1)-(p^2+q^2+1)}.$$

Les équations de la section plane N seront, en X, Y, Z,

$$Z = f(X, Y), \quad Z = a(X - x) + b(Y - y) + z;$$

leurs différentielles seront

$$dZ = PdX + QdY, \quad dZ = adX + bdY,$$
$$d^2Z = Pd^2X + Qd^2Y + dPdX + dQdY, \quad d^2Z = ad^2X + bd^2Y,$$

où nous désignons par P, Q, des quantités composées en X et Y comme p et q, n° **2**, l'étaient en x et y. Au moyen de ces valeurs et de la formule (9), on obtiendra le rayon de courbure ν de la section N : pour cela il suffirait d'écrire de grandes lettres P, Q,... dans la formule (9); de remplacer p_1, q_1, par a, b; de poser $dp_1 = 0$, $dq_1 = 0$; car a et b sont des constantes relativement aux variables X et Y, c'est-à-dire que l'on devra poser $B_1 = 0$. La quantité A'^2 qui entrera dans cette formule (9) deviendra $(P^2 + Q^2 + 1)(a^2 + b^2 + 1) - (Pa + Qb + 1)^2$. Or nous voulons évaluer le rayon de courbure ν pour un point R de la courbe N, où $X = x$, $Y = y$, $P = p$, $Q = q$, $\frac{dX}{ds} = \frac{dx}{ds}$, $\frac{dY}{ds} = \frac{dy}{ds}$, $B' = B$; et puisque $ap + bq + 1 = 0$, la quantité A'^2 se réduira à $(p^2 + q^2 + 1)(a^2 + b^2 + 1)$. D'après cela, la formule (9) donnera $\frac{1}{\nu^2} = \frac{B^2(a^2 + b^2 + 1)}{A'^2}$, et, en substituant à A'^2 sa valeur, $\frac{1}{\nu} = \frac{B}{\sqrt{p^2 + q^2 + 1}}$, où B représente la première fonction $\frac{dp\,dx + dq\,dy}{ds}$; $\frac{dx}{ds}$, $\frac{dy}{ds}$ étant donnés en fonction de p, q, p_1, q_1 par la formule (7) : B s'exprimerait par des dérivées partielles du second ordre; mais cela n'est pas ici nécessaire. Le rayon ν ayant la direction de la normale à la première surface, les cosinus

des angles que forme sa direction avec les coordonnées sont

$$(19)\quad \cos\widehat{\nu x} = \frac{-p}{\sqrt{p^2+q^2+1}},\quad \cos\widehat{\nu y} = \frac{-q}{\sqrt{p^2+q^2+1}},\quad \cos\widehat{\nu z} = \frac{1}{\sqrt{p^2+q^2+1}};$$

c'est aussi ce que donneraient les équations (10), d'après les conditions précédentes.

» Nommant encore ν_1 le rayon de courbure, pour le point R, de la section normale N_1 à la deuxième surface formée par un plan conduit par la même tangente à la courbe proposée ff_1; on aura semblablement $\frac{1}{\nu_1} = \frac{B_1}{\sqrt{p_1^2+q_1^2+1}}$. Ainsi l'on pourra substituer dans la formule (9), à la place de B et de B_1, les valeurs $\frac{\sqrt{p^2+q^2+1}}{\nu}$, $\frac{\sqrt{p_1^2+q_1^2+1}}{\nu_1}$, et l'on aura, pour déterminer ρ, l'équation

$$\frac{A^2}{\rho^2} = \left(\frac{1}{\nu^2}+\frac{1}{\nu_1^2}\right)(p^2+q^2+1)(p_1^2+q_1^2+1)$$
$$-\frac{2(pp_1+qq_1+1)\sqrt{p^2+q^2+1}\sqrt{p_1^2+q_1^2+1}}{\nu.\nu_1}.$$

Divisons par $(p^2+q^2+1)(p_1^2+q_1^2+1)$, et remarquons que

$$\frac{A^2}{(p^2+q^2+1)(p_1^2+q_1^2+1)} = 1 - \frac{(pp_1+qq_1+1)^2}{(p^2+q^2+1)(p_1^2+q_1^2+1)}$$
$$= 1 - \cos^2\widehat{\nu\nu_1} = \sin^2\widehat{\nu\nu_1};$$

l'équation, ainsi réduite, devient

$$(20)\qquad \frac{\sin^2\widehat{\nu\nu_1}}{\rho^2} = \frac{1}{\nu^2} - \frac{2\cos\widehat{\nu\nu_1}}{\nu.\nu_1} + \frac{1}{\nu_1^2}.$$

Avec les équations (10) formez la combinaison

$$\cos\widehat{\rho x}\cos\widehat{\nu x} + \cos\widehat{\rho y}\cos\widehat{\nu y} + \cos\widehat{\rho z}\cos\widehat{\nu z} = \cos\widehat{\rho\nu},$$

en employant d'ailleurs pour $\cos\widehat{\nu x}$, $\cos\widehat{\nu y}$, $\cos\widehat{\nu z}$, les valeurs (19), vous aurez

$$\cos\widehat{\rho\nu} = \frac{-\rho}{A^2.\sqrt{p^2+q^2+1}}.B\left[(pp_1+qq_1+1)^2-(p^2+q^2+1)(p_1^2+q_1^2+1)\right],$$

ou bien, à cause de $A^2 = (p^2+q^2+1)(p_1^2+q_1^2+1)^2 - (pp_1+qq_1+1)^2$, et de $\frac{1}{\nu} = \frac{B}{\sqrt{p^2+q^2+1}}$, il vient

$$\cos\widehat{\rho\nu} = \frac{\rho}{\nu}.$$

On aura semblablement

$$\cos\widehat{\rho\nu_1} = \frac{\rho}{\nu_1}.$$

» Les trois droites que nous désignons par ρ, ν, ν_1 étant perpendiculaires à la tangente de l'intersection ff_1 des deux surfaces, et au même point R, sont comprises dans le plan normal à cette courbe. Si donc l'on joint les centres des sections planes N, N_1, et que l'on appelle $\mathfrak{G}$ la distance de ces deux points, les droites ν, ν_1 et $\mathfrak{G}$ formeront un triangle dans lequel $\mathfrak{G}^2 = \nu^2 - 2\nu\nu_1\cos\widehat{\nu\nu_1} + \nu^2$. La surface du triangle sera la moitié du produit $\nu\nu_1\sin\widehat{\nu\nu_1}$, et la perpendiculaire abaissée du sommet R sur le côté $\mathfrak{G}$ sera $\frac{\nu\nu_1\sin\widehat{\nu\nu_1}}{\mathfrak{G}}$. Son carré égale

$$\frac{\nu^2\nu_1^2\sin^2\widehat{\nu\nu_1}}{\nu^2 - 2\nu\nu_1\cos\widehat{\nu\nu_1} + \nu_1^2} = \frac{\sin^2\widehat{\nu\nu_1}}{\frac{1}{\nu_1^2} - \frac{2\cos\widehat{\nu\nu_1}}{\nu\nu_1} + \frac{1}{\nu^2}} = \rho^2,$$

d'après l'expression (20). Le cosinus de l'angle compris entre le côté ν et la perpendiculaire ρ est $\frac{\rho}{\nu}$, et c'est la valeur trouvée ci-dessus pour $\cos\widehat{\rho\nu}$. Cette perpendiculaire abaissée sur la direction de $\mathfrak{G}$ est donc, en grandeur comme en position, le rayon de courbure ρ de la courbe proposée.

» **6.** Ce théorème renferme, comme cas particulier, celui de Meunier sur la courbure des sections planes d'une surface courbe. Regardons, en effet, la première surface f comme coupée par un plan quelconque qui remplacera, en ce cas, la seconde surface; le rayon de courbure ν_1 de la section normale de ce plan sera infini, et $\frac{1}{\nu_1} = 0$. D'après cela, l'équation (20), qui donne la valeur de ρ, devient

$$\frac{\sin^2\widehat{\nu\nu_1}}{\rho^2} = \frac{1}{\nu^2}, \quad \text{ou bien} \quad \rho = \nu\sin\widehat{\nu\nu_1};$$

mais le sinus de l'angle $\widehat{\nu\nu_1}$ des deux normales aux surfaces étant le même

que le sinus de l'angle formé par le plan coupant et par le plan tangent à la surface f, cette équation devient l'expression du théorème cité. Au reste, on pourrait aussi déduire du théorème de Meunier celui que nous venons d'énoncer; mais nous avons préféré arriver directement au théorème général qui a été donné par M. Hachette.

» En partant de ces résultats, on retrouverait sans difficulté ceux que renferment les équations (15), (17) (art. 3 et 4). En effet, la section plane M de f a pour rayon de courbure μ, et μ est perpendiculaire à ν_1, car il est situé dans le plan qui touche la surface f_1; il en résulte que $\cos\widehat{\nu\mu} = \sin\widehat{\nu\nu_1} = \cos\widehat{\nu_1\mu_1}$. Mais, d'après ce qui vient d'être établi,

$$\frac{\cos\widehat{\mu\nu}}{\mu} = \frac{1}{\nu},\quad \frac{\cos\widehat{\mu_1\nu_1}}{\mu_1} = \frac{1}{\nu_1};\quad \text{ou bien}\quad \frac{\sin\widehat{\nu\nu_1}}{\mu} = \frac{1}{\nu},\quad \frac{\sin\widehat{\nu\nu_1}}{\mu_1} = \frac{1}{\nu_1};$$

si avec ces équations on élimine de la formule (20) ν et ν_1, après avoir divisé par $\sin^2\widehat{\nu\nu_1}$, on retrouve l'équation (15), en observant que $\cos\widehat{\mu\mu_1} = -\cos\widehat{\nu\nu_1}$.

» **7.** Ayant exprimé la manière dont le rayon ρ dépend de ν et de ν_1, on aura encore à substituer les valeurs de ν et de ν_1 fournies par le théorème d'Euler, en fonction des rayons de plus grande et de moindre courbures de chacune des surfaces f, f_1, ainsi que des angles formés par la tangente en R à la courbe, avec les éléments des deux lignes de courbure appartenant à chacune des surfaces f, f_1; cette substitution donnera les relations complètes de la courbure $\frac{1}{\rho}$, avec les rayons des courbures principales des surfaces proposées. »

« M. Dufrénoy fait hommage à l'Académie du premier volume d'un *Traité de Minéralogie* qu'il publie dans ce moment.

» Ce premier volume contient l'exposé de la cristallographie, ainsi que des différents caractères employés pour classer ou reconnaître les minéraux. L'auteur a ajouté à la suite de la cristallographie, des exemples numériques des méthodes de dérivation des *formes secondaires*, sur la *forme* dite *primitive*.

» Le désir de rendre cet ouvrage entièrement pratique a, en outre, engagé M. Dufrénoy à adapter à la Minéralogie, la méthode de détermination que Lamarck a si heureusement introduite dans la Botanique, connue sous le nom de *Dichotomique*, qui consiste à mettre en opposition deux caractères contradictoires entre lesquels il est toujours facile de choisir; il a employé

principalement, dans cette méthode, les caractères extérieurs plus faciles à saisir, et qui conservent à la Minéralogie son cachet de science naturelle. »

M. Arago fait hommage à l'Académie de deux Rapports qu'il a faits à la Chambre des Députés: l'un sur le projet de loi tendant à autoriser la concession d'un chemin de fer de Paris à Sceaux, pour l'application du système Arnoux; l'autre, sur un projet de loi tendant à ouvrir un crédit pour un essai du système de chemin de fer atmosphérique. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

M. Chasles fait hommage à l'Académie de deux volumes comprenant la lithographie de ses Leçons à l'École Polytechnique dans le cours de l'année 1843-44: premièrement, sur les *Machines et la Mécanique appliquée;* secondement, sur l'*Astronomie et la Géodésie*. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

M. Duvernoy fait hommage à l'Académie d'un Opuscule sur le développement de la Pœcilie de Surinam. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherche des bases de l'établissement des scieries; par* M. Boileau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Morin.)

« De toutes les machines opératrices, les plus répandues sont les scieries à débiter les bois. Le travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est la première partie d'une série de recherches entreprises pour déterminer les bases de leur établissement. Cette question a déjà occupé, de diverses manières, plusieurs auteurs. Euler, dans un Mémoire (1) cité par M. Navier, l'a considérée sous un point de vue géométrique. Laissant de côté toute considération physique et supposant connue la résistance de la matière à l'action de l'outil, il applique l'analyse au mouvement progressif de celui-ci dans le bois : de ses calculs, il résulte principalement que la longueur de la partie dentée d'une lame de scie ne doit pas être plus petite que la course de cette lame, augmentée de l'épaisseur de la pièce débitée, et qu'il n'y a aucun avantage à faire acquérir de la vitesse à l'outil avant qu'il commence à agir.

(1) *Académie de Berlin*, année 1756.

» Bélidor (1) conclut d'observations faites sur le travail journalier des scieurs de long, que le bois sec est plus difficile à scier que le vert, dans le rapport de 2 à 1 pour les cas ordinaires et de 4 à 3 dans le cas du chêne sec déjà vieux. Il paraît aussi résulter de ces observations que, tout étant égal d'ailleurs, la dépense de force qu'exige le sciage du bois blanc est à celle qu'exige le chêne, dans le rapport de 1 à 1,6 environ.

» M. Navier, dans ses notes sur l'architecture hydraulique de Bélidor, fait ressortir la nécessité, pour l'établissement des scieries, de connaître les quantités d'action que le sciage du bois consomme, en même temps qu'il signale l'incertitude des données existantes à ce sujet. Il énonce d'ailleurs l'opinion que la résistance du bois varie avec la vitesse de l'outil.

» M. Poncelet a fait, dans le but de déterminer ces quantités d'action ou de travail mécanique, un grand nombre d'observations relatives au sciage de différentes espèces de bois, soit par les moteurs animés, soit par les machines. De plus, afin d'obtenir une certitude suffisante dans les résultats, M. Poncelet a exécuté, en 1829, à l'aide du dynamomètre, quelques expériences directes d'où ressort la grande influence de la qualité de l'outil : ainsi, avec une scie à main ayant une voie constante de $1^{mm},5$, les dents taillées en biseau pénètrent à chaque coup de $0^{mm},4$. La quantité de travail mécanique nécessaire pour débiter 1 mètre carré de chêne sec et très-dur était de 30 968 kilomètres; avec une grande lame de scierie verticale, taillée irrégulièrement, la même quantité de travail était plus que double, quoique le bois fût moins dur; et avec la scie à crochets des scieurs de long ayant une voie d'environ 4 millimètres et pénétrant à chaque coup de $0^{mm},8$, la quantité de travail relative à l'unité de surface était de 32071 kilomètres, pour du chêne sec de dureté moyenne. Partant des résultats de ses observations, M. Poncelet admettait, dans ses Leçons à l'École de Metz, que la quantité de travail mécanique du sciage était proportionnelle à la hauteur du trait et à son épaisseur, et que, pour une scie déterminée, la résistance du bois croissait proportionnellement à la pression.

» Enfin nous apprenons que M. Morin a fait, pendant l'été dernier, un grand nombre d'expériences, dont il faut espérer la prochaine publication, sur le travail des diverses machines employées dans les ateliers des Messageries royales, et principalement sur plusieurs scieries, tant droites que circulaires. L'attention donnée à cette question par tant d'hommes éminents suffirait pour en établir l'importance, si elle avait besoin d'être démontrée.

---

(1) *Architecture hydraulique.*

» Dans les recherches préliminaires que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me suis proposé surtout d'étudier le mode d'action de l'outil, et de déterminer quelques-unes des lois générales de la résistance du bois à cette action. Les moyens employés sont de trois sortes : 1° des expériences directes, donnant en kilogrammes la valeur de l'effort moyen du sciage pour chaque coup de scie ; 2° l'observation des phénomènes physiques ; 3° l'examen géométrique du mouvement des dents à travers la matière. La scie se mouvait verticalement, et le bois était poussé horizontalement pendant qu'elle opérait. Les expériences ont indiqué séparément la résistance du bois à son action verticale et à la pénétration horizontale des dents. Les chiffres représentant ces résistances sont les moyennes d'un assez grand nombre de résultats obtenus dans des circonstances identiques, et aussi peu différents entre eux que le permet la constitution de la matière. Prenant ces moyennes pour ordonnées, et pour abscisses les valeurs des éléments variables dont j'étudiais l'influence, j'ai construit des lignes dont la continuité m'a permis d'admettre les indications. Ces indications se sont accordées en tout point avec les résultats obtenus par les autres moyens d'investigation précités. De l'ensemble de ces documents, j'ai déduit des conséquences générales relatives aux bois dont la constitution est analogue à celle du sapin, essence employée dans les expériences. Les principales de ces conséquences sont les suivantes :

» 1°. La résistance à la pénétration horizontale des dents est proportionnelle à la profondeur ε du trait, correspondante à une course donnée du châssis et à la voie v de la scie, c'est-à-dire qu'elle est représentée par une fonction de la forme $kv\varepsilon$; k étant un coefficient indépendant de la vitesse de la scie, mais dépendant, pour un même outil, de la nature du bois, de son état hygrométrique, et du sens de ses fibres par rapport à la direction du sciage. Pour le sapin de coupe ancienne et très-sec, soumis à l'expérience, si l'on désigne par k' la valeur de ce coefficient quand le bois est scié en long, et par k'' sa valeur quand le trait est perpendiculaire aux fibres principales, on a $k' = 2{,}38 . k''$. L'humidité du bois augmente beaucoup ce coefficient dans le premier cas, et paraît le diminuer un peu dans le second.

» 2°. Dans le sens du mouvement de l'outil, la résistance augmente aussi avec la profondeur ε de chaque trait, mais moins rapidement que la surface sciée ; de sorte que, toutes choses étant égales d'ailleurs, la quantité de travail mécanique correspondante à l'unité de surface débitée varie, entre des limites assez étendues, en sens inverse de cette profondeur. La résistance est plus grande dans le sciage en long que dans le sciage en travers : elle peut être représentée, quant à l'influence de la profondeur du trait dans l'un

et l'autre cas, avec une approximation suffisante pour la pratique, par la formule empirique

$$\frac{Yl}{\beta\varepsilon} = A - B\varepsilon,$$

dans laquelle Y est l'effort moyen à appliquer à l'outil parallèlement à sa longueur, $\beta\varepsilon$ la surface du trait dû à chaque coup de scie, l la longueur de la course du châssis, A et B des coefficients numériques dépendant de la nature du bois et des autres éléments du travail.

» 3°. La résistance du bois augmente avec la vitesse de l'outil, mais cette augmentation devient très-peu sensible quand la profondeur ε de chaque trait est fort petite. On peut donc, jusqu'au point où l'échauffement des lames devient nuisible, augmenter la vitesse de l'outil dans les scieries, pourvu qu'on diminue en même temps la quantité dont les dents mordent dans le bois.

» 4°. Conformément à l'opinion précitée d'Euler, il n'y a aucun avantage à faire agir l'outil avec une vitesse initiale notable. De plus, il résulte de nos expériences que cette circonstance peut entraîner une perte d'effet utile. La partie de ces expériences qui se rapporte directement à l'influence de la vitesse sera d'ailleurs reprise et complétée dans des recherches subséquentes destinées à réunir, sous plusieurs autres rapports, toutes les données nécessaires à l'établissement des grandes scieries mécaniques.

» 5°. Quant au mode d'action de l'outil, il résulte de la discussion exposée dans le Mémoire ci-joint que les fibres du bois sont coupées, brisées ou arrachées, quelquefois avec torsion. Ces trois manières d'opérer sont généralement réunies dans le travail des dents, mais suivant des proportions diverses, selon le sens du sciage. Ainsi, lorsque le trait est perpendiculaire aux fibres principales, la résistance à vaincre provient surtout de leur adhérence mutuelle; lorsque l'on scie parallèlement aux grandes fibres, la principale résistance est celle du bois à la rupture. On voit aussi, par cette discussion, que le frottement de la lame doit être très-faible dans le premier cas, et acquérir dans le second une valeur assez notable qui dépend de l'élasticité du bois.

» 6°. Enfin, relativement au mouvement de l'outil à travers la matière, je fais voir qu'il résulte de la taille des dents en biseau, reconnue d'ailleurs pour la plus avantageuse, que, quand le rapport entre l'épaisseur de la pièce débitée et la dimension parallèle de chaque dent est tel qu'il y en ait un nombre impair engagé à la fois, le châssis prend, si la lame est solide et

fortement tendue, un mouvement d'oscillations latérales qui donne une forme onduleuse à la surface sciée, et augmente la résistance ainsi que le déchet de matière. D'où il résulte qu'il est avantageux, sous ce rapport, de travailler avec un nombre pair de lames montées sur le même châssis, et taillées symétriquement deux à deux. Cette observation est indépendante de la nature de la matière débitée. »

PALÉONTOLOGIE. — *Note sur un bouc fossile découvert dans les terrains meubles des environs d'Issoire* (Puy-de-Dôme); *par* M. **A. Pomel.** (Extrait.)

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, de Blainville, Flourens, Isid. Geoffroy-Saint-Hilaire, Dufrénoy.)

« ... Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer le résultat de mes observations sur un Ruminant très-curieux, dont je possède une portion de mâchoire, recueillie dans un atterrissement ponceux, à quelques kilomètres au sud-ouest de la ville d'Issoire et près du domaine de Malbatu.

» Ce précieux débris renferme les quatre dernières molaires supérieures droites, dont les alvéoles ont disparu, excepté à la base interne de la troisième où l'on voit encore un fragment de maxillaire. Ces dents se font de suite remarquer par la longueur de leur fût et le peu d'étendue de leur diamètre transversal, surtout auprès de la couronne; ce qui les ferait assez ressembler aux dents de la mâchoire inférieure, qu'on sait être beaucoup plus étroites qu'à la supérieure....

» Le degré d'usure des molaires nous indique que l'individu auquel elles ont appartenu venait de perdre ses dents de lait et qu'il était bien près d'être adulte; car la troisième de remplacement a ses collines encore intactes, et la dernière des persistantes ne présente que de faibles traces de détrition.

» La constance des formes que présentent les divers types de la famille si naturelle des Ruminants nous offrira quelques difficultés pour la détermination du genre dans lequel notre animal fossile doit être placé; nous trouverons cependant des différences assez caractéristiques pour éliminer la plupart d'entre eux.

» Ainsi nous pourrons d'abord exclure de la comparaison les Cerfs, dont les arrière-molaires ont des pointes coniques entre les convexités des cylindres, ou des crêtes autour de leur base. Le Renne (*C. tarandus*), qui fait quelquefois exception à la règle, a, comme tous ses congénères, des dents plus carrées et remarquables par la brièveté de leur fût : nous devons dire

aussi que l'absence du tubercule ne s'observe, le plus souvent, qu'à la molaire postérieure.

» Nous ne devrons pas non plus songer aux Girafes, dont les dents, privées de ces éminences à la mâchoire supérieure, ont aussi leur fût très-court, et des particularités dans la disposition de leurs croissants.

» Chez les Chameaux proprement dits, le fût est un peu plus long. Mais bien que les convexités des piliers soient simples, comme dans notre fossile, on trouve des différences dans l'épaisseur plus grande des dents et dans la forme de la dernière, qui a son croissant postérieur interne très-peu développé et comme tronqué verticalement.

» Les Lamas sembleraient d'abord avoir beaucoup d'analogie avec notre animal; les détails de la face extérieure se ressemblent assez, mais le rudiment de troisième cylindre manque à l'arrière-molaire; le diamètre transversal est plus grand, et la troisième dent de remplacement, dans un individu de même âge que le nôtre, n'a pas de fossette sur le croissant interne, mais bien deux lobes formés par un sillon qui s'étend jusqu'au milieu du fût.

» Nous trouverons encore un caractère plus concluant dans le petit fragment de maxillaire, qui semble avoir été conservé exprès pour exclure tous nos doutes à cet égard; on y voit la partie postérieure d'une alvéole destinée à recevoir une seconde molaire aussi développée que la troisième, et l'on sait que, comme les Chameaux, les Lamas, Alpacas et Vigognes n'ont souvent que quatre molaires en série, la première des cinq étant réduite à de très-petites dimensions, et les racines minces et peu profondes étant de bonne heure chassées de leurs alvéoles qui s'oblitèrent promptement.

» Les Bœufs, qui ont des molaires à long fût, comme notre fossile, en diffèrent par une longue arête cylindrique placée entre les convexités des piliers; la dent a aussi un peu plus d'épaisseur.

» Le Bison musqué de l'Amérique septentrionale a été séparé des autres espèces pour former un genre nouveau (*Ovibos*, de Blainv.), à cause de l'absence de la petite colonne; mais ce caractère, vrai pour les molaires inférieures, ne se retrouve pas aux supérieures, où elle existe avec de plus petites dimensions seulement. En outre, un trou, percé dans la longueur du fût à la réunion des deux croissants internes, différencie suffisamment cette espèce de notre animal fossile.

» Les Antilopes, les Boucs et les Moutons forment un groupe assez naturel, dans lequel le système dentaire se fait aussi remarquer par la longueur du fût des molaires et le peu d'étendue de leur diamètre transversal.

» Les formes de notre fossile sont assez différentes de celles des Antilopes

et des Moutons, pour que nous ne puissions le classer dans ces genres ; mais il n'en est pas de même pour les Boucs ; leurs dents présentent une identité de forme presque complète : on y trouve l'arête postérieure de la dernière molaire, une fossette sur le croissant interne de la troisième, une plus grande épaisseur au bord antérieur de celle-ci, et des convexités extérieures, moins développées que celles des Antilopes, et beaucoup plus que chez les Moutons. Leur épaisseur est aussi intermédiaire à celle des deux mêmes genres, et proportionnelle à celle de notre fossile; mais le tubercule de l'arête postérieure manque dans les divers boucs connus, et la largeur de la troisième molaire y est encore un peu plus grande vers la couronne qu'auprès de la racine. Quelques espèces ont leurs fûts plus droits que notre fossile, où ils se courbent légèrement de manière à avoir leur convexité en dehors. Toutes ces différences ne peuvent être regardées que comme spécifiques.

» Une comparaison minutieuse de la forme des molaires dans les divers genres de Ruminants démontre donc que l'animal fossile de Malbatu devait avoir la plus grande analogie avec les Boucs, et qu'on peut le classer dans ce genre, dont il sera une forme nouvelle.

» Cette dernière proposition nous serait très-facile à établir, puisque la taille seule suffirait pour caractériser le fossile et le différencier de ses congénères connus. C'est à l'espèce domestique qu'il ressemble le plus par les proportions et les détails de la forme des molaires, les autres ayant leur fût un peu plus allongé et la convexité des cylindres un peu plus anguleuse.

» Les plus grands boucs ne dépassent jamais une hauteur de $0^{m},90$ au garrot ; l'espace occupé par les quatre dernières molaires est alors $0^{m},054$; cette dernière mesure est de 0,097 dans le fossile; ce qui donnerait $1^{m},60$ pour la hauteur au garrot. Cette taille surpasserait celle des plus grandes antilopes, et cependant le Canna a la série des molaires plus longue que notre animal. Cette différence tient aux formes plus trapues qu'on observe toujours dans les grandes espèces. Calculée d'après les rapports de proportions du Canna, cette hauteur est de 1,48 et devient plus rationnelle. La différence avec les boucs connus est encore considérable, et excède les limites de toutes les variations possibles ; il ne peut donc rester de doute sur la non-identité du fossile avec ses congénères.....

» Il demeure donc démontré que le grand bouc de Malbatu est une espèce qui a disparu de la génération vivante, comme la plupart de ses contemporaines; nous la dédierons à M. Rozet, géologue connu par ses nombreux travaux, et qui nous honore de son amitié. On pourra la classer, dans les catalogues méthodiques, sous le nom de *Capra Rozeti*.

» A côté de cette mâchoire, nous avons recueilli une portion de jambe postérieure, comprenant la moitié inférieure du tibia, le cubo-scaphoïdien et le métatarsien d'un Ruminant, plus trapu et plus fort que le Cerf élaphe. Ce dernier os présentant à sa partie postérieure une gouttière caractéristique des Cerfs, nous avions pensé qu'il avait appartenu à une espèce très-trapue de ce genre ; mais lorsque nous eûmes trouvé la même forme dans le Pasau et le Caama, nous étendîmes la comparaison, et nous vîmes qu'il avait pu appartenir à un animal voisin des Antilopes, par son épaisseur et l'élargissement de ses poulies articulaires, caractères qui se retrouvent dans ce dernier genre et ceux des Moutons et des Boucs. Sa taille se rapportant assez bien à celle indiquée par le débris précédemment décrit, il pourrait avoir appartenu à notre *Capra Rozeti;* ce qui ferait un caractère de plus pour distinguer notre animal. Mais malheureusement nous n'avons pu faire de comparaison immédiate, et, par conséquent, nous assurer s'il n'aurait pas pu avoir appartenu à un cerf voisin du *Canadensis,* dont les débris sont enfouis dans la même couche.

» Les divers débris que nous venons de décrire ont été recueillis par nous dans un atterrissement ponceux, près la maison de campagne de Malbatu. Dès 1827 on avait retiré de la même couche, en creusant une cave, deux défenses d'éléphant, des molaires semblables à celles de l'espèce indienne, et des fragments du squelette qui indiquaient un animal de très-grande taille; une mandibule de rhinocéros, rappelant les formes du *thicorhinus;* des fragments du bois et divers os d'un cerf voisin de celui du Canada ; enfin des molaires et des ossements d'un cheval de taille moyenne. Ces débris ont été décrits ou figurés dans l'ouvrage de MM. Croizet et Jobert sur les fossiles du département du Puy-de-Dôme. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur la cause la plus probable des explosions les plus fréquentes dans la fabrication des poudres de guerre et de chasse; par* M. **Vergnaud**, chef d'escadron d'artillerie, inspecteur de la poudrerie d'Esquerdes.

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Morin.)

Voici une des principales conclusions de l'auteur :

« La cause la plus probable des explosions les plus fréquentes, dans la

» fabrication des poudres de guerre et de chasse, tient à la fois et au pul-
» vérin rebattu et à une atmosphère excitant l'électricité, indépendamment
» de l'étincelle siliceuse, ou concurremment. »

« A l'occasion de la communication du Mémoire de M. Vergnaud, M. **Morin** cite des expériences récentes, faites à la poudrerie du Bouchet près Arpajon, et dans lesquelles on a constaté que la présence d'une très-petite quantité de grès ou de silice produisait presque infailliblement des explosions dans des moulins à meules et table en fonte. Il ajoute que la pierre calcaire, le plâtre, l'ardoise, des fragments de métaux n'ont pas occasionné d'explosions, tandis qu'on en a toujours obtenu avec le grès ou le verre.

» Les meules de la poudrerie d'Esquerdes étant d'un calcaire compacte contenant un assez grand nombre de grains siliceux qui se détachent par l'user, il semble naturel d'attribuer à cette cause les fréquentes explosions de ces moulins. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'élasticité; par* M. G. **Wertheim**. Troisième Mémoire. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« L'objet de ce Mémoire est de rechercher si l'électricité et le magnétisme exercent une action quelconque sur l'élasticité des métaux.

» La liaison entre les forces moléculaires et électriques est prouvée par le grand nombre d'effets mécaniques que le courant électrique peut produire, tels que désagrégation des conducteurs, transport de matière, etc. Cette liaison est tellement intime, que plusieurs physiciens ne regardent l'électricité que comme une certaine modification des forces moléculaires. Il était donc naturel de supposer que l'élasticité pouvait être altérée par l'électricité, mais aucune expérience directe n'a été tentée jusqu'ici.

» J'ai fait passer des courants intenses, provenant d'une pile de six couples de Bunsen, à travers des fils de différents métaux et de différents diamètres, attachés par en haut et chargés de différents poids. L'intensité de ces courants fut mesurée à l'aide d'un galvanomètre à larges plaques, qui avait été gradué au moyen de la méthode du double courant, due à M. Peltier. On détermine le coefficient d'élasticité, comme à l'ordinaire, en traçant deux points de repère sur le fil, et en mesurant, au moyen du cathétomètre, la distance de ces deux points, d'abord sous l'action d'une forte charge, puis avec une charge suffisante seulement pour tendre le fil. J'ai ainsi déterminé

le coefficient d'élasticité de chaque fil dans son état naturel, puis pendant le parcours de courants de différentes intensités, et enfin après l'interruption du courant. La principale difficulté de ces expériences consiste dans l'élévation de température du fil.

» En effet, l'élasticité peut être influencée de deux manières par le courant électrique : directement par une modification des forces moléculaires, et indirectement par l'effet de la chaleur qui réagit sur elle. Il fallait donc distinguer ce qui était dû à chacune de ces deux causes ; or, les résultats des expériences contenues dans mon premier Mémoire donnent les coefficients de la variation du coefficient d'élasticité par l'élévation de température, et l'on trouve la température du fil au moyen de la longueur qu'il atteint sous l'action du courant et sans charge ; on pouvait donc calculer le changement du coefficient d'élasticité dû à l'élévation de température, et, en comparant ces coefficients corrigés à ceux que l'expérience donne, il était facile de décider si le courant exerce par lui-même une influence quelconque.

» Pour contrôler les expériences précédentes, je me suis servi du son longitudinal de fils de 3 $\frac{1}{2}$ mètres de longueur; car tout changement du coefficient d'élasticité produit un changement analogue dans le nombre des vibrations longitudinales. En employant des fils de cette longueur et d'un diamètre suffisant et des courants assez faibles, on peut rendre l'élévation de température tout à fait insensible; et malgré cela, le son baisse à l'instant même où l'on forme le courant, et il remonte quand on l'interrompt. Cet abaissement est donc réellement dû à l'action propre du courant.

» Ce Mémoire contient ensuite quelques expériences sur l'influence du courant, sur la cohésion, et enfin sur l'action que l'électro-magnétisme exerce.

» Nous savons avec quelle facilité le fer s'aimante quand il est martelé, tordu, etc. M. Lagerhjelm a observé que le fer, et surtout le fer doux, devient fortement magnétique par la rupture. En un mot, les forces mécaniques peuvent produire ou faciliter l'aimantation; mais réciproquement, quelle est l'influence de l'aimantation sur les forces moléculaires?

» Pour résoudre cette question et pour étudier séparément l'influence des deux magnétismes, les fils et les bandes de fer doux et d'acier soumis à l'expérience furent recourbés de façon à former des fers à cheval de 1 mètre de longueur. Les branches parallèles de ces fers à cheval furent placées dans deux tubes de verre de 80 centimètres de longueur, recouverts dans toute leur longueur d'une double hélice, composée de neuf cents tours d'un gros fil de cuivre. Ces hélices communiquèrent entre elles et avec la pile et le galvanomètre. J'avais espéré d'obtenir ainsi une espèce de magnétisme sur chaque

branche; mais dans des fils aussi minces que ceux que j'ai dû employer pour produire des allongements suffisants au moyen des poids, l'effet ne s'étend pas beaucoup au delà de la partie contenue dans la spirale, de sorte qu'une branche fut séparément aimantée. Ainsi, quand on fait passer le courant dans le même sens à travers les deux spirales, on obtient un fer à cheval aimanté ayant deux pôles homologues à ses deux extrémités.

» Il faudrait donc pouvoir opérer sur un fer à cheval fait d'une grosse barre de fer doux et placé tout entier dans une hélice. Mais, malgré l'imperfection de mon appareil, j'ai pu obtenir des données sur l'action des deux magnétismes, en faisant marcher le courant en sens inverse dans les deux hélices.

» Toutes ces expériences conduisent aux conclusions suivantes :

» 1°. Le courant galvanique produit une diminution momentanée du coefficient d'élasticité dans les fils de métal qu'il parcourt, et cela a lieu par son action propre, et indépendamment de la diminution qui provient de l'élévation de température. Cette diminution disparaît entièrement avec le courant lui-même, quelque longue qu'ait été la durée de son action.

» 2°. La grandeur de cette diminution dépend de la force du courant, et probablement aussi de la résistance que le métal oppose à son passage.

» 3°. La cohésion des fils est diminuée par le courant; toutefois la variabilité de cette propriété ne permet pas de distinguer si cette diminution est due à une action propre du courant ou bien si elle provient seulement de l'élévation de température.

» 4°. L'aimantation tant australe que boréale, excitée par le passage prolongé du courant, produit une petite diminution du coefficient d'élasticité dans le fer doux et dans l'acier. Cette diminution persiste en partie même après l'interruption du courant. »

PHYSIQUE. — *Note sur l'influence des basses températures sur l'élasticité des métaux; par* M. **G. Wertheim**. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans un premier Mémoire, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai étudié l'élasticité des métaux aux températures de 15, de 100 et de 200 degrés; il me restait à compléter ces recherches par l'examen de l'élasticité à basse température : c'est ce que je viens de faire l'hiver dernier.

» Un cylindre de verre de 73 centimètres de hauteur et de 8 centimètres de diamètre, fermé en bas et ouvert en haut, est placé au-dessous de l'étau

fixe dans l'appareil à extension que j'ai décrit dans le premier Mémoire; il est traversé dans toute sa longueur par une étroite coulisse en fer-blanc. Le fil dont on veut mesurer l'allongement passe à travers cette coulisse pour pouvoir être chargé de poids.

» L'espace contenu entre le verre et la coulisse est rempli du mélange réfrigérant, qui se composait, dans mes expériences, de deux parties de glace grossièrement pilée et d'une partie d'acide sulfurique étendu d'avance d'une moitié d'eau et refroidi séparément jusqu'à 3 et 4 degrés au-dessous de zéro. On obtient ainsi des températures de — 15 jusqu'à — 20 degrés qui restent longtemps constantes.

» Il résulte de l'ensemble des expériences faites aux différentes températures :

» 1°. Que les coefficients d'élasticité des métaux décroissent d'une manière continue quand la température s'élève depuis — 20 jusqu'à + 200 degrés;

» 2°. Que le fer et l'acier font une exception : leur élasticité augmente de — 20 à 100 degrés; mais à 200 degrés elle est non-seulement plus petite qu'à 100 degrés, mais quelquefois même plus petite qu'à la température ordinaire; donc, si l'on prend les températures pour abscisses, et les coefficients d'élasticité correspondants pour ordonnées, les courbes qui représentent la marche de l'élasticité du fer et de l'acier en fonction de la température ont un point d'inflexion entre 100 et 200 degrés;

» 3°. Que l'action des basses températures n'est pas tout à fait passagère; elles paraissent produire un effet permanent analogue à celui du recuit, mais en sens opposé. »

M. Ch. Chevalier soumet au jugement de l'Académie une *nouvelle lunette à objectif composé et à oculaire microscopique*. Deux de ces lunettes, l'une de $0^m,04$ d'ouverture et de $0^m,15$ de foyer, l'autre de $0^m,08$ d'ouverture et de $0^m,34$ de foyer, sont déposées sur le bureau.

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Babinet.)

M. Laignel adresse une réclamation de priorité relative à divers points du système de *locomotion sur les chemins de fer*, soumis par M. de Jouffroy au jugement de l'Académie. M. Laignel indique la date des divers brevets d'invention qui constatent, suivant lui, ses titres à la priorité qu'il réclame.

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen du système de M. de Jouffroy.)

M. **Schattenmann** prie l'Académie de lui désigner une Commission devant laquelle il fera toutes les expériences nécessaires pour constater l'efficacité du procédé qu'il a imaginé pour la *désinfection des fosses d'aisance*, procédé dont M. Dumas a fait l'objet d'une courte communication dans une des précédentes séances.

(Commissaires, MM. Dumas, Boussingault, Payen.)

M. **Duméril** est désigné, en remplacement de M. *Milne Edwards*, absent, comme membre de la Commission chargée de faire un Rapport sur les résultats scientifiques du voyage de MM. *Galinier* et *Ferret* en Abyssinie.

CORRESPONDANCE.

M. **Chasles** sollicite les suffrages de l'Académie pour la *candidature aux fonctions d'examinateur permanent d'Analyse et de Mécanique à l'École Polytechnique.*

M. **Arago** appelle l'attention sur trois pièces de la correspondance qui, parvenues séparément à l'Académie, offrent chacune un cas de *morve aiguë développée chez l'homme par suite de rapports avec des chevaux morveux.*

La première pièce est une brochure de M. **Philippe**, chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Reims; elle contient la description de la maladie d'un palefrenier (*J.-N. Radière*), âgé de 24 ans, mort le 16 avril 1844, sept jours après son entrée à l'hôpital. Un âne inoculé le 15 avec la matière provenant du flux nasal du malade, est mort le 23 avril, d'une morve aiguë bien caractérisée. Radière, avant l'invasion de la maladie, avait pris soin de trois chevaux morveux.

M. Philippe donne les résultats de l'autopsie cadavérique.

Le second fait, rapporté dans la *Gazette médicale*, numéro du 20 juillet 1844, est une observation lue à l'Académie de Médecine, le 9 du même mois, par M. **Landouzy**. Le 19 décembre 1843, un vigneron de Verzy (Marne), qui soignait depuis plusieurs mois un cheval morveux, se frappa la tête contre les dents de l'animal en essayant de le faire boire, et se déchira la peau du front dans une étendue de 3 centimètres environ. Le 20, il est pris de malaise et de frissons; le 26, la maladie, qui avait d'abord paru céder au traitement, prend un caractère qui ne permet plus de la méconnaître, et déjà l'écoulement par les narines commence à se montrer. Les symptômes de la

morve aiguë deviennent de plus en plus manifestes les jours suivants. Le malade expire le 2 janvier 1844.

M. Landouzy, qui a vu le malade conjointement avec M. le docteur Mozer, dans les deux derniers jours de la maladie, a procédé à l'autopsie cadavérique avec l'aide de deux internes de l'Hôtel-Dieu de Reims, et fait connaître les résultat de cet examen.

Le troisième cas de morve aiguë chez l'homme, indiqué dans le *Recueil de Médecine vétérinaire pratique*, cahier de juin 1844, est relatif à un élève de l'École d'Alfort, M. A.-A. Coindet.

M. H. Boulley, qui a consacré à ce malheureux jeune homme une courte Notice nécrologique dans le journal que nous venons de citer, la termine par les réflexions suivantes :

« La mort de Coindet doit être pour tous ses jeunes camarades, et pour » tous nos confrères, un triste, mais profitable enseignement. Ce nouveau et » effrayant témoignage des propriétés contagieuses d'une maladie que les vé- » térinaires étaient accoutumés à braver doit leur prouver le danger qu'en- » traîne le contact des animaux morveux, et les engager à prendre des pré- » cautions lorsque les nécessités de leur profession exigent qu'ils se mettent » en rapport avec eux. »

Ces réflexions ont d'autant plus de poids dans la bouche du professeur d'Alfort, que déjà deux autres élèves de la même École, MM. Benoist et Perrin, sont morts antérieurement (1839) de la même maladie, après avoir été en rapport avec des chevaux morveux.

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie un miroir plan en métal, qui a été rapporté de Chine par M. *Arosa*, et qui offre un phénomème singulier de réflexion. Si l'on expose ce miroir au soleil, et qu'on reçoive sur une surface plane la lumière réfléchie, on voit, au milieu de l'image, la reproduction, en traits lumineux, d'un dessin en relief que présente le dos du miroir.

M. Arago est invité à rechercher l'explication de ce curieux phénomène.

HISTOIRE SCIENTIFIQUE. — *Remarques faites à l'occasion d'une publication récente sur l'exactitude d'une planche du grand ouvrage sur l'Égypte relative au temple de Denderah.* (Extrait d'une Lettre de M. **Devilliers**, inspecteur général des ponts et chaussées, à M. *Arago*.)

« Depuis quelque temps on répand dans les avenues du palais de l'In-

stitut, et peut-être même dans la salle de ses séances, une opinion qu'il est de mon devoir de combattre devant l'Académie des Sciences, et sous vos auspices. Il s'agit de l'inexactitude qu'auraient apportée les auteurs de la *Description de l'Égypte* dans les dessins des hiéroglyphes, parce que, suppose-t-on, ces auteurs n'y attachaient pas d'importance. La gravité du reproche justifiera la liberté que je prends de vous en entretenir.

» Qu'on affecte de ne rien dire de l'ouvrage de la Commission d'Égypte, bien qu'on y puise tous les jours, nous ne nous en sommes jamais plaint. Mais quand on l'attaque, nous ne pouvons garder le silence, malgré notre aversion pour toute polémique à ce sujet.

» Perdrait-on de vue que la description de l'Égypte est l'œuvre, en grande partie, d'élèves des premières années de l'École Polytechnique; que tous les écrits et les dessins, avant d'être admis à la publication, ont subi l'examen d'un comité présidé par Monge? Jamais plus de garanties d'une exactitude mathématique et consciencieuse ont-elles été données au public? Quels voyageurs ont été soumis aux épreuves dont nous avons triomphé, quand on a transporté en France des monuments que nous avions dessinés en Égypte?

» De faux hiéroglyphes, dit-on, se trouvent représentés sur les monuments; oui, sans doute, mais pourquoi et comment? Ne fallait-il pas donner aux architectes une idée de ces monuments, entièrement couverts de décorations? Pouvait-on tout dessiner en Égypte, et ne doit-on pas nous savoir gré du grand nombre de modèles en ce genre que nous avons recueillis? *Toutes les fois que nous avons usé de cette liberté, nous en avons averti.* Je voulais vous en donner les preuves, imprimées depuis longtemps, au moyen de nombreuses citations; mais je me suis aperçu qu'il suffirait de renvoyer les personnes qui ont des doutes sur cela, à la lecture des descriptions des planches d'antiquités du premier volume seulement, où ces preuves abondent. Peut-être même suffit-il d'appeler leur attention sur la description de la deuxième figure de la vingtième planche de ce premier volume. »

M. **Jomard** fait remarquer que l'observation de M. Devilliers touchant de faux hiéroglyphes ne s'applique point au dessin accompagnant la grande figure contiguë au planisphère de Denderah. Les auteurs du dessin et de l'explication ont averti, au contraire, que tous les signes avaient été copiés exactement, et qu'ils l'avaient été dans la prévision de l'importance qu'on pouvait attacher aux bas-reliefs astronomiques des Égyptiens. (Voir *Description de l'Égypte,* Appendice aux descriptions, p. 14, et *Pl. II;* et vol. IV, ainsi que l'explication de la planche.)

Remarques de M. **Pariset.**

« Il me semble que M. Champollion n'aurait point eu à regretter son premier travail sur le zodiaque de Denderah. J'ai vu sur place la moitié de ce zodiaque, je n'y ai pas vu de cartouche. Mais ce temple est, en dehors et en dedans, chargé d'hiéroglyphes; et dans les caractères hiéroglyphiques extérieurs, j'ai lu très-distinctement ceux-ci : *Autocrator Clots*, c'est-à-dire Claude, empereur. Or, le règne de Claude a précédé immédiatement celui de Néron; d'où l'on voit que M. Champollion aurait commis la faute très-légère de rapporter à Néron ce qui appartient à Claude.

» Du reste, le temple est comme tout neuf, on n'y voit aucune trace de vétusté. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur la dépuration des eaux potables; par* M. **Bouchardat.**

« Hallé et Vauquelin, qui firent un Rapport sur les propriétés désinfectantes des filtres de charbon, remarquèrent que des eaux putrides, qui avaient perdu complétement leur odeur et leur saveur en passant sur des filtres de charbon et de sable, n'étaient point privées pour cela de toutes les matières organiques qu'elles contenaient, et qu'elles se putréfiaient de nouveau après quelques jours.

» J'ai fait, sur ce point important de la dépuration des eaux fétides, des expériences et des observations que je crois dignes d'être relatées.

» En 1839, j'ai recueilli, pour des recherches que j'exécutais avec M. le docteur T. Ducommun, de l'eau dans l'égout Saint-Jacques; son odeur était infecte, sa saveur détestable; elle fut filtrée à travers un filtre ordinaire de sable et de charbon, l'eau fut dégagée de son odeur et de sa saveur putrides; mais, en l'examinant avec soin, on apercevait encore quelques flocons de matière organique nageant dans cette eau. Après douze heures, elle commença à se troubler; après vingt-quatre heures, elle avait repris en grande partie son odeur et sa saveur. Dans une seconde expérience, l'eau infecte fut dépurée par un filtre parfaitement monté de près d'un mètre de matières filtrantes; elle fut privée de toute odeur et de toute saveur putrides, et sa transparence était parfaite. Examinée après douze jours de conservation dans un flacon bouché à l'émeri, à une température variant entre 15 et 22 degrés centigrades, elle ne s'est pas troublée, et n'a pas repris son odeur et sa saveur primitives; cependant elle contenait encore en dissolution une

grande quantité de matières organiques dont on pouvait facilement déceler la présence au moyen d'une dissolution de tanin ou de bichlorure de mercure.

» Je reviendrai bientôt sur cette eau, que j'ai observée avec soin depuis cinq ans; mais je dois dès à présent insister sur un fait remarquable qui ressort de la comparaison de ces deux observations, et que mes recherches sur les ferments alçooliques ont montré être plus général.

» Dans les deux expériences que j'ai rapportées, j'agissais sur la même eau : dans les deux cas, toute odeur et toute saveur putrides avaient été enlevées par le filtre de charbon; dans les deux cas, l'eau contenait encore en dissolution une quantité très-notable de matières organiques azotées, et cependant une de ces eaux s'est corrompue très-rapidement, et l'autre ne s'est point altérée. La seule différence, la voici : l'eau qui s'est bien conservée était d'une limpidité parfaite; les matières inertes du filtre avaient retenu toutes les substances organiques en suspension. L'eau qui s'est putréfiée de nouveau retenait encore des flocons de matière organique en suspension, qui ont agi comme de véritables ferments putrides.

» Voici une expérience qui vient encore nous montrer l'influence des matières organiques insolubles :

» Je laissai se putréfier dans de l'eau des matières animales; quand cette eau eut acquis une odeur infecte et une saveur détestable, je la filtrai sur un filtre au charbon monté avec le plus grand soin; je la séparai dans deux flacons: dans l'un, je ne mis rien, et l'eau resta sans se corrompre; dans l'autre, j'ajoutai une dissolution de tanin, et après quarante-huit heures, l'eau avait repris toute sa fétidité. Le tanin, en agissant sur les matières animales dissoutes, avait déterminé la formation d'un précipité qui s'est comporté comme un véritable ferment putride.

» Revenons actuellement à l'examen des divers échantillons d'eau que j'ai conservés dans des flacons de verre bouchés à l'émeri depuis le 8 octobre 1839. 1°. J'avais, d'une part, de l'eau de l'égout de la rue Saint-Jacques, qui, avant la filtration sur les couches de sable et charbon, avait une saveur repoussante; après cette opération, sa limpidité était absolue, et sa saveur n'avait rien de désagréable; c'était de bonne eau potable, quoique retenant encore beaucoup de matières organiques en dissolution, qui resta plus d'un mois sans perdre sa limpidité. Peu à peu, il apparut dans cette eau quelques flocons d'une matière verdâtre, qui envahirent la plus grande partie du flacon, et qui se recouvrirent de bulles de gaz. J'ai reconnu depuis que ces flocons verdâtres étaient identiques à ceux qui ont

été examinés dans des conditions analogues par MM. Auguste et Charles Moren; ils étaient formés par le *Chlæmidonas pulvisculus* (Ehrenb.), par d'autres animalcules verts, et par des débris d'algues disposés symétriquement, sur lesquels ces animalcules reposaient. J'ai constaté que le gaz qui se développait dans cette eau contenait 52 pour 100 d'oxygène. Elle est aussi bonne aujourd'hui que le premier jour après sa filtration.

» 2°. J'avais, d'autre part, de l'eau qui avait pris une odeur infecte par suite de la macération de viande putréfiée. Elle fut filtrée avec le plus grand soin, sur le filtre de sable et de charbon; sa limpidité était absolue, et sa saveur n'était pas désagréable; pendant les six premiers mois, elle resta limpide, quoiqu'elle contînt beaucoup de matière albumineuse en dissolution; il se forma peu à peu à sa surface quelques flocons blanchâtres, qui finirent par s'agglomérer en une membrane mucilagineuse demi-transparente, composée d'algues microscopiques, mélangées d'infusoires également microscopiques. Aujourd'hui, après cinq ans de conservation, la saveur de cette eau n'est pas désagréable.

» 3°. Dans une dernière série d'expériences, j'avais fait macérer dans de l'eau de la chair putréfiée et des œufs. L'eau infectée qui en résulta fut parfaitement filtrée et dépurée sur un filtre sable et charbon; sa limpidité était également absolue; mais après deux mois de conservation, elle se troubla, il s'y forma peu à peu de fines membranes d'une couleur brune. Cette eau prit et possède encore aujourd'hui une odeur extrêmement intense d'hydrogène sulfuré.

» Les observations que je viens de relater prouvent que, lorsque des eaux infectes ont été dépurées au travers de filtres de charbon, si la filtration n'est pas parfaite, s'il reste des matières en suspension en même temps que des substances organiques en dissolution, elles se corrompent de nouveau très-rapidement. Si, au contraire, la filtration est parfaite, s'il n'existe aucune matière organique en suspension, les eaux peuvent, quoique retenant des matières organiques en dissolution, se conserver très-longtemps.

» Les altérations que ces matières organiques éprouvent avec le temps pourront différer complétement de ce qu'elles étaient dans l'eau primitive; au lieu de ferment putride, il peut se développer, dans ces eaux, ces animalcules infusoires étudiés dans ces dernières années, qui, loin d'altérer l'eau, la purifient, parce qu'ils fournissent incessamment de l'oxygène qui, à l'état naissant, détruirait toutes les matières hydrogénées infectées.

» La conséquence naturelle de tout ceci, c'est que, lorsqu'on voudra conserver des eaux dépurées, il est indispensable que la filtration soit par-

faite, et que ces eaux soient exemptes de toute matière organique en suspension. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète découverte à l'Observatoire de Paris par* M. **Victor Mauvais.**

« M. **Schumacher**, par une Lettre circulaire du 13 juillet, annonce que M. D'Arrest, jeune astronome de Berlin, a découvert la comète dans la nuit du 9 au 10 juillet, c'est-à-dire deux jours après la découverte de M. Mauvais.

» Il donne la position suivante :

Le 9 juillet, à $12^h46^m50^s$ t. m. de Berlin.
Ascension droite de la comète.. $244°25'28'',2$
Déclinaison................. $+45°23'14'',1$.

» M. **Plantamour**, directeur de l'Observatoire de Genève, à qui M. Mauvais avait communiqué sa découverte, envoie une observation faite dans la nuit du 16 au 17 juillet.

Le 16 juillet, à $10^h35^m41^s,4$ t. m. de Genève.
Æ de la comète.... $234°26'55'',5$
Déclinaison....... $41°28'\ 9'',4$.

» Voici quatre observations qui ont été faites cette semaine à l'Observatoire de Paris.

DATES.	TEMPS MOYEN de Paris compté de midi.	ASCENSION DROITE apparente de la comète.	DÉCLINAISON apparente.
15 juillet 1844......	$11^h28^m\ 8^s$	235° 43′ 26″	+ 42° 4′ 28″
19............	9.53.36	230.40.30	+ 39.26.23
20............	10.18.55	229.27.55	+ 38.42.47
21............	9.57.51	228.19.40	+ 37.59.48

» M. **Valz**, directeur de l'Observatoire de Marseille, envoie les éléments paraboliques provisoires de cette comète, et croit à son identité avec celle de 1796, malgré la différence sensible qui existe entre leurs éléments. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations faites pendant un orage dans les environs de Lyon, dans la nuit du 24 au 25 juin 1844*; Note de M. **A. Bravais.**

« Dans la nuit du 24 au 25 juin 1844, vers $2^h 40^m$ du matin, un orage violent a éclaté sur la ville de Lyon. Cet orage se dirigeait du sud-ouest au nord-est, et il a été très-remarquable par la violence du vent du sud-ouest qui l'accompagnait, par la grosseur des grêlons, et par la masse d'eau véritablement diluviale qui est tombée en quelques minutes.

» Le vent a déraciné beaucoup d'arbres, arraché de grosses branches, cassé des peupliers d'Italie par le milieu, etc. Les grains de grêle que j'ai recueillis dans ma chambre étaient de la taille d'une noisette de moyenne grosseur; enfin il est tombé 16 millimètres d'eau dans la nuit, et il est probable que cette chute correspond presque entièrement à l'époque du maximum d'intensité de l'orage, laquelle ne paraît pas avoir duré plus d'un quart d'heure.

» Les éclairs se succédaient presque sans interruption; ils étaient d'une lueur brillante, mais très-diffuse, sans point de départ perceptible; enfin, il est remarquable qu'ils n'étaient accompagnés *d'aucun tonnerre*. Tant que la pluie a tombé par torrents, il m'a été impossible, malgré l'attention avec laquelle je prêtais l'oreille, d'entendre aucun bruit suivre ces brillants éclairs; mais lorsque la pluie a diminué, lorsqu'elle a pris l'allure d'une pluie ordinaire, les éclairs ont été suivis par des tonnerres à roulement, dont le bruit, d'ailleurs, était assez faible. Le centre de l'orage avait alors dépassé le zénith de Lyon, et s'était porté dans le nord-est. La foudre a frappé sur deux ou trois localités de notre ville.

» Voici donc un cas bien évident d'éclairs sans tonnerre, analogue à l'observation faite par Deluc à Genève, qui est rapportée dans l'une des plus belles Notices de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, la Notice sur le tonnerre et les orages. »

OPTIQUE. — *Observations de* M. **Matthiessen d'Altona** *sur ses microscopes.*

« Ma réponse à M. Amici, du 8 juillet, était en effet trop développée pour être insérée dans les *Comptes rendus*.

» Je l'ai retirée. Je prie néanmoins l'Académie d'accueillir ce court résumé :

» M. Amici ne conteste, dans sa Lettre du 1er juillet, aucun de mes cinq perfectionnements du microscope, développés dans ma Lettre du 17 juin; il déclare, au contraire, comme il l'a fait publiquement dans la séance du 17 juin, n'avoir aucun motif pour formuler une réclamation.

» Je pourrais donc me passer de toute explication, si M. Amici n'avait parlé d'une lentille de correction imaginée par lui en 1828, dans le but d'anéantir l'aberration produite dans *ses objectifs* de microscope, par une lame mince de verre, placée sur l'objet.

» Dans mes objectifs, ce défaut est éliminé radicalement *par le principe de leur construction*. La lentille de correction de M. Amici est une lentille achromatique de *rechange;* elle a un tout autre but que la mienne, et ne lui ressemble que par le nom.

» J'ai développé mes assertions dans un imprimé que je ferai distribuer aujourd'hui à MM. les membres de l'Académie. »

M. **Sagey**, ingénieur des Mines, annonce l'envoi prochain d'un travail sur le *système atmosphérique appliqué aux chemins de fer.*

M. **Leroy d'Étiolles** place sous les yeux de l'Académie un *morceau de bois extrait de la vessie d'une femme :* c'est une tige arrondie, longue de 93 millimètres, et qui a, dans sa plus grande épaisseur, de 10 à 11 millimètres de diamètre. La position en travers que cette tige avait prise dans la vessie a obligé de la couper en deux au moyen des instruments lithotriteurs, dans l'intérieur même de l'organe, avant de songer à en faire l'extraction. Les instruments dont M. Leroy d'Étiolles a fait usage dans ces deux parties de l'opération, sont au nombre de ceux qu'il avait précédemment soumis au jugement de l'Académie.

M. **Van de Velde** fait hommage à l'Académie des cinq premières livraisons d'un ouvrage qu'il publie sous le titre de *Vues prises dans les Indes néerlandaises* (*voir* au *Bulletin bibliographique*). L'ouvrage entier, dont la publication sera terminée dans le cours de cette année, se composera de cinquante planches lithographiées et d'une description pittoresque, géographique et statistique du grand archipel Indien. L'auteur prépare, pour faire suite à cette publication, une carte géohydrographique du pays et des mers environnantes.

M. **Lecoq** écrit relativement à quelques précautions, au moyen desquelles il est parvenu à conserver à du thé qu'il avait récolté lui-même, cet arome qui jusqu'à présent ne se trouvait que dans les thés préparés en Chine.

M. **Léon Tardieu** écrit à l'occasion du Rapport fait dans la précédente

séance, sur un Mémoire de M. Sermet de Tournefort concernant les *chemins de fer*. M. Tardieu réclame la priorité de l'idée d'un bâti à essieux convergents pour les locomotives et les wagons, mais ne produit aucune pièce à l'appui de sa réclamation.

M. **Maizière** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle a été soumis un Mémoire précédemment présenté par lui sur quelques points de la *théorie de la chaleur*.

L'Académie accepte le dépôt de trois *paquets cachetés* présentés par M. **Budan**, par M. **Taillepied de la Garenne** et par M. **Vallat**.

A 5 heures l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. A.

ERRATA.

(Séance du 15 juillet 1844.)

Page 181, ligne 11, *supprimez* la seconde virgule (après : ses divers points).
Page 183, ligne 12, *au lieu de* = const., *lisez* non constant.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 3; in-4°.

Annales des Sciences naturelles; juin 1844; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; n° 19; 15 juillet 1844; in-8°.

Chambre des Députés, session de 1844. — *Rapport fait au nom de la Commission chargée de l'examen du Projet de loi tendant à autoriser la concession d'un Chemin de fer de Paris à Sceaux pour l'application d'un nouveau système; par* M. ARAGO, député des Pyrénées-Orientales, séance du 10 juillet 1844; in-4°.

Chambre des Députés, session de 1844. — *Rapport fait au nom de la Commission chargée de l'examen du Projet de loi tendant à ouvrir un crédit pour un essai du système de Chemin de fer atmosphérique; par* le même, séance du 16 juillet 1844; in-4°.

Traité de Minéralogie; par M. DUFRÉNOY; tome Ier; in-8°.

École Polytechnique, 1re division 1844. — *Cours d'Astronomie et de Géodésie; par* M. CHASLES; 1 vol. in-4° autographié.

Cours des Machines, 1843-1844; *par* le même; 1 vol. in-4° autographié.

Illustrationes Plantarum orientalium, ou Choix de Plantes nouvelles ou peu connues de l'Asie occidentale; par M. le comte JAUBERT *et* M. SPACH; 11e livraison; in-4°.

Histoire naturelle des îles Canaries; par MM. WEBB *et* BERTHELOT; 75e livaison; in-4°.

Observations pour servir à la connaissance de la Pœcilie de Surinam; par M. DUVERNOY; brochure in-8°.

Défense de M. ADOLPHE MATTHIESSEN d'Altona. *Description de ses Microscopes.* — *Déclaration de* M. AMICI; in-4°.

Mémoire sur les Surfaces gauches à plan directeur; par M. CATALAN; in-4°.

Mémoire sur la possibilité de cultiver le Thé en pleine terre et en grand en France; par M. le docteur MÉRAT; in-8°.

Note sur le Thé; par M. LECOQ, membre de la Société royale d'Horticulture; broch. in-8°.

Réponses aux objections faites par M. PISSIS *à la Notice sur la disposition des terrains tertiaires des plaines de l'Allier et de la Loire; par* M. V. RAULIN. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*, 1844.) In-8°.

Annales médico-psychologiques; Journal de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie du Système nerveux; par MM. BAILLARGER, CERISE *et* LONGET; juillet 1844; in-8°.

Observation d'un cas de Morve aiguë chez l'homme; par M. A. PHILIPPE. (Extrait de *la Clinique chirurgicale de l'Hôtel-Dieu de Reims.*) In-8°.

Annales forestières; juillet 1844; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique et de Jardinage; juillet 1844; in-8°.

Journal des Usines et des Brevets d'Invention; janvier à juin 1844; in-8°.

Journal de Chirurgie; par M. MALGAIGNE; juillet 1844; in-8°.

Bulletin de la Société nationale de Vaccine; juin 1844; in-8°.

The Electrical... *Magasin électrique, publié par* M. WALKER; vol. Ier, n° 5; juillet 1844; in-8°.

The Edinburgh... *Nouveau Journal philosophique d'Édimbourg, publié par* M. JAMESSON; n° 73; juillet 1844; in-8°.

Memoirs and... *Mémoires et Procès-verbaux des séances de la Société chimique;* part. VIII; in-8°.

Bericht uber... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin, et destinés à la publication;* avril 1844; in-8°.

Inteekening... *Vues prises dans les Indes néerlandaises, comprenant les îles de Java, Sumatra, les Moluques, etc.; par* M. C.-M.-W. VAN DE VELDE; 5e livr.; in-fol.

Trattato... *Traité du Magnétisme et de l'Électricité; par* M. ZANTEDESCHI. Venise, 1844; in-8°.

Metodo... *Méthode originale italienne d'Électro-dorure, et Note sur quelques menstrues capables de dissoudre l'or; par* M. G. GRIMELLI; broch. in-8°.

Memoria... *Mémoire sur le courant qui naît dans un fil métallique formant un circuit clos quand on suspend le courant voltaïque qui passe parallèlement à une petite distance; par* M. MARIANINI. Modène, 1844; in-4°.

Risposte... *Réponse de* M. A. FUSINIERI *à* M. B. BIZIO *sur différents points de Mécanique moléculaire.* Padoue, in-4°.

Suggestions... *Suggestions de nouvelles Théories scientifiques; par* M. GIRARD. Mobile, 1843; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 29; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 83 à 85; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 5 et 6.

L'Expérience; n° 368; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 30 JUILLET 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nouveaux éléments paraboliques de l'orbite de la comète découverte à l'Observatoire de Paris, le 7 juillet 1844; par* M. VICTOR MAUVAIS.

Passage au périhélie, 1844, octobre	17,316106 t. m. de Paris.	
Distance périhélie	0,8543846 (log = 9,9316534)	
Longitude du périhélie	180° 21′ 23″,7	Rapportées à l'équinoxe moyen de 0 juillet 1844.
Longitude du nœud ascendant	31° 40′ 38″,5	
Inclinaison	48° 36′ 40″,0	
Sens du mouvement héliocentrique	Rétrograde.	

« Ces éléments ont été calculés sur les observations du 9, du 15 et du 21 juillet, corrigées de l'aberration et de la parallaxe.

» J'ai comparé les positions de la comète, déduites de ces éléments, avec toutes les observations qui sont parvenues jusqu'ici à notre connaissance; voici le résultat de cette comparaison.

Erreurs des éléments. — Excès des positions calculées sur les positions observées.

DATES.	LIEU de l'observation.	ERREURS en longitude réduites en arc de grand cercle.	ERREURS en latitude.
7 juillet 1844	Paris.	+ 8″6	— 1″2
8	Paris.	+ 1,0	—13,7
9	Berlin.	0,0	— 0,1
10	Paris.	— 1,9	— 2,7
11	Paris.	— 4,7	— 0,8
12	Paris.	— 2,2	— 3,4
15	Paris.	— 2,8	— 0,5
16	Genève.	— 4,7	—18,5
19	Paris.	+ 0,8	— 4,5
20	Paris.	— 7,3	— 3,7
21	Paris.	— 2,8	— 1,8
22	Paris.	— 14,9	— 5,9
23	Paris.	— 7,2	— 4,9
24	Paris.	— 0,3	— 4,7
26	Paris.	+ 0,4	— 8,1
29	Paris.	— 2,4	— 8,2

» Ces éléments, comme on voit, sont déjà très-approchés de la vérité; cependant la constance du signe des erreurs montre, dès à présent, qu'ils devront encore subir de légères modifications; néanmoins, je n'ai pas cru devoir attendre une orbite plus parfaite avant de calculer des éphémérides qui permettront de suivre la marche apparente de la comète à travers les constellations pendant toute la durée de son apparition dans notre hémisphère; ces éphémérides pourront aussi fournir quelques éléments utiles pour la réduction des observations.

Éphémérides de la comète découverte à Paris le 7 juillet 1844, calculées sur les éléments paraboliques.

DATES : à 9 heures, temps moyen de Paris.	DISTANCES de la comète au Soleil.	DISTANCES de la comète à la Terre.	LONGITUDES géocentriq.	LATITUDES géocentriq.	ASCENSIONS droites apparentes.	DÉCLINAISONS apparentes.	ABERRATION en Æ.	ABERRATION en déclinais.
6 juillet	1,9238	1,4182	231° 2′4	+ 67°23′ 0	249°22′ 3	+ 46°42′ 0	— 49″0	— 9″2
9......	1,8845	1,4029	224.42,2	+ 64.57,4	244.37,4	+ 45.26,5	— 44,5	— 12,5
12......	1,8452	1,3930	219.33,1	+ 62.13,7	240. 6,0	+ 43.54,9	— 40,3	— 14,7
15......	1,8057	1,3882	215.24,1	+ 59.17,4	235.51,6	+ 42. 8,6	— 36,4	— 16,8
18......	1,7663	1,3883	212. 4,4	+ 56.13,0	231.57,0	+ 40. 9,7	— 32,8	— 18,8
21......	1,7268	1,3931	209.23,8	+ 53. 4,6	228.22,3	+ 38. 1,5	— 30,4	— 20,4
24......	1,6874	1,4024	207.14,1	+ 49.55,1	225. 7,9	+ 35.46,7	— 28,3	— 21,7
27......	1,6479	1,4157	205.29,0	+ 46.47,2	222.12,7	+ 33.27,5	— 26,2	— 22,7
30......	1,6085	1,4325	204. 4,5	+ 43.42,2	219.35,2	+ 31. 5,8	— 24,1	— 23,3
2 août..	1,5692	1,4525	202.55,5	+ 40.42,0	217.14,4	+ 28.43,5	— 22,0	— 23,5
5......	1,5299	1,4753	201.59,7	+ 37.47,4	215. 8,1	+ 26.23,0	— 20,0	— 23,6
8......	1,4908	1,5003	201.14,4	+ 34.58,9	213.15,1	+ 24. 4,0	— 18,2	— 23,5
11......	1,4518	1,5271	200.37,9	+ 32.16,7	211.33,8	+ 21.48,0	— 16,7	— 23,4
14......	1,4130	1,5552	200. 8,6	+ 29.41,2	210. 2,7	+ 19.35,4	— 15,3	— 23,2
17......	1,3746	1,5842	199.45,0	+ 27.12,1	208.40,6	+ 17.26,6	— 14,1	— 22,9
20......	1,3365	1,6137	199.26,2	+ 24.49,3	207.26,3	+ 15.21,8	— 13,1	— 22,6
23......	1,2988	1,6432	199.11,5	+ 22.32,4	206.18,6	+ 13.20,8	— 12,1	— 22,3
26......	1,2616	1,6725	199. 0,0	+ 20.21,1	205.16,6	+ 11.23,8	— 11,2	— 22,0
29......	1,2250	1,7010	198.51,0	+ 18.14,8	204.19,5	+ 9.30,3	— 10,6	— 21,7
1 sept..	1,1891	1,7285	198.44,1	+ 16.13,1	203.26,5	+ 7.40,3	— 10,0	— 21,4
4......	1,1540	1,7546	198.38,9	+ 14.15,5	202.36,9	+ 5.53,4	— 9,6	— 21,1
7	1,1199	1,7789	198.35,0	+ 12.21,7	201.50,0	+ 4. 9,5	— 9,3	— 20,8
10......	1,0869	1,8012	198.32,1	+ 10.31,0	201. 5,4	+ 2.28,1	— 9,0	— 20,6
13......	1,0552	1,8212	198.29,7	+ 8.43,1	200.22,5	+ 0.49,1	— 8,8	— 20,4
16......	1,0250	1,8383	198.27,8	+ 6.57,4	199.40,9	— 0.48,1	— 8,7	— 20,2
19......	0,9964	1,8525	198.26,0	+ 5.13,6	199. 0,1	— 2.23,5	— 8,6	— 20,0
22......	0,9698	1,8635	198.24,2	+ 3.31,2	198.19,5	— 3.57,7	— 8,6	— 19,9
25......	0,9454	1,8710	198.22,2	+ 1.49,7	197.39,0	— 5.31,0	— 8,6	— 19,7
28......	0,9234	1,8746	198.20,0	+ 0. 8,8	196.58,5	— 7. 3,9	— 8,6	— 19,5

» Les longitudes et les latitudes sont rapportées à l'équinoxe moyen du commencement de juillet 1844, tandis que les ascensions droites et les déclinaisons sont rapportées à l'équinoxe apparent.

» On voit par le tableau qui précède, que la comète a déjà traversé une partie des constellations d'Hercule et de la Couronne; elle est en ce moment au milieu de la constellation du Bouvier, et elle arrivera, au commencement de septembre, dans celle de la Vierge; à partir de la fin de septembre, la comète cessera d'être visible dans nos contrées, mais on pourra encore l'observer longtemps dans les observatoires de l'hémisphère austral.

» Nous avons fait cinq nouvelles observations cette semaine, elles donnent les positions apparentes suivantes :

DATES.	TEMPS MOYEN de Paris.	ASCENSION DROITE apparente.	DÉCLINAISON apparente.
22 juillet 1844.	$11^h\ 4^m\ 9^s$	$227^\circ\ 9'\ 59''$	$+\ 37^\circ 13'\ 20''$
23.	11.48. 5	226. 3.19	+ 36.26.59
24.	10.34.22	225. 3.54	+ 35.43.42
26.	12. 6. 1	223. 1.18	+ 34. 8.11
29.	11. 6.43	220.21.23	+ 31.49. 3

» Les étoiles qui ont été comparées à la comète pour obtenir les positions apparentes de cette dernière, passent au méridien en plein jour; il n'est donc pas possible de les observer en ce moment aux excellents instruments méridiens de l'Observatoire : j'ai été obligé de les calculer sur les positions moyennes puisées dans différents catalogues. Des observations plus nombreuses et plus précises indiqueront sans doute sur les lieux de ces étoiles, de petites corrections qui devront par conséquent être appliquées aux lieux correspondants de la comète : le tableau suivant contient les positions apparentes des étoiles telles que je les ai adoptées pour calculer les différentes observations de la comète qui ont été insérées jusqu'à ce moment dans les *Comptes rendus*.

Positions apparentes des étoiles comparées à la comète.

DATES. 1844.	DÉSIGNATION DES ÉTOILES.	Æ APPARENTES.	DÉCLINAISONS.
		h. m. s.	
7 juillet.......	Zone 419.	16.27. 8,60	+ 45° 55′ 58″3
8 juillet.......	Zone 419.	16.27. 8,60	+ 45.55.58,5
10 juillet.......	2339 Groombridge.	16.20. 0,66	+ 45. 3. 0,4
11 juillet.......	14ᵉ Hercule.	16. 5.23,84	+ 44.14.22,7
12 juillet.......	2ᵉ Hercule.	15.49.29,03	+ 43.35.48,7
	14ᵉ Hercule.	16. 5.23,84	+ 44.14.23,0
15 juillet.......	✱ N° 1.	15.36. 4,63	+ 42. 8.19,6
	✱ N° 2.	15.41.41,30	+ 42.12.25,8
19 juillet.......	6 μ Couronne.	15.29.33,96	+ 39.31.59,4
20 juillet.......	2201 Groombridge.	15. 7.41,76	+ 38.51.11,7
	2208 Groombridge.	15. 9. 3,91	+ 38.52.52,5
21 juillet.......	51 μ Bouvier.	15.18.38,53	+ 37.55.43,5
22 juillet.......	Zone 415 n° 1.	15. 0.32,22	+ 37. 3.35,3
	Zone 415 n° 2.	15. 5.59,64	+ 37.20.40,1
23 juillet.......	Zone 416.	15. 6.31,25	+ 36.33.43,3
24 juillet.......	263 Piazzi Bouvier.	14.56.54,88	+ 35.49.16,5
26 juillet.......	49 δ Bouvier.	15. 9.15,02	+ 33.54. 8,0
29 juillet.......	Zone 413 n° 1.	14.34. 9,36	+ 31.57.55,2
	Zone 413 n° 2.	14.46.16,39	+ 31.50.58,0

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Fragments sur les organes génito-urinaires des reptiles et leurs produits; par* M. **Duvernoy**. (Extrait par l'auteur.)

« Je demande la permission à l'Académie de lui lire quelques observations détachées sur les sujets indiqués dans le titre général de ce Mémoire.

» Celui de fragments que j'ai choisi fera comprendre suffisamment que ces observations peuvent être séparées et faire l'objet de plusieurs lectures.

» Aussi ai-je eu soin d'indiquer, en tête des divisions de ce travail, par des titres particuliers, les divers sujets qui y sont traités.

PREMIER FRAGMENT. — *Des pierres vésicales des* Tortues molles, *et plus particulièrement de l'espèce désignée par* M. Lesueur *sous le nom de* Trionix spiniferus.

» L'urine des Chéloniens est un liquide limpide, très-aqueux, peu coloré.

» Plusieurs analyses faites, en premier lieu par Vauquelin, ensuite par MM. Lassaigne et Boissel, J. Davy, Stoltze, J. Müller et Magnus, signalent la présence de l'acide urique, et même de l'urée dans ce liquide excrémentitiel, mais en petite quantité.

» Quant aux concrétions urinaires des Chéloniens, elles ne sont encore décrites, que je sache, nulle part; seulement, Vicq-d'Azyr ayant recueilli un dépôt urinaire dans une vessie de tortue, ce dépôt fut analysé par Vauquelin, qui y trouva du muriate de soude, du phosphate de chaux, une matière animale et de l'acide urique.

» Mon ami Lesueur qui, dans les cinq parties du monde où il a séjourné, a cherché, avec son expérience éclairée, et saisi, le plus qu'il a pu, les occasions de recueillir les objets naturels propres à avancer la science, a découvert que l'espèce de *Trionix* de la rivière de Wabash, dans les États-Unis de l'Amérique septentrionale, qu'il a désignée sous le nom spécifique de *spiniferus* (1), était sujette aux concrétions pierreuses de la vessie.

» On sait que les espèces de ce genre sont carnassières et très-voraces. Aussi a-t-on donné le nom spécifique de *ferox* à celle de la Caroline et des autres contrées chaudes de l'Amérique du Nord et de la Guyane.

» M. Geoffroy-Saint-Hilaire, qui a reconnu le premier et établi ce genre naturel avec l'espèce du Nil, appelée *Testudo triunguis* par Forster, raconte qu'elle dévore les petits crocodiles au moment où ils éclosent.

» Deux des individus de *Trionix spiniferus*, Les., que M. Lesueur a eu l'occasion d'ouvrir, avaient chacun une pierre vésicale.

» La plus petite de ces pierres que j'ai extraite moi-même de la vessie de l'un d'eux, qui était une femelle, avait une forme oblongue, $0^{m},017$ de long, $0^{m},011$ de large, et pesait $0^{gr},730$. Sa surface est inégale, un peu raboteuse par de légères saillies lamelleuses et comme criblées de trous ou de pores.

» Sa couleur est jaune; sa densité, comparée à l'eau, a été trouvée de 1,780 à la température de + 6 degrés centigrades.

» Cette dernière détermination est due à M. Lassaigne, qui a fait l'analyse de ce calcul au mois de février dernier. Sciée dans le sens de sa longueur et

(1) Note sur deux espèces de tortues du genre *Trionix* de M. Geoffroy-Saint-Hilaire, par M. Lesueur. (*Mém. du Muséum*, t. LV, p. 257 et suiv.)

de son axe, cette concrétion a montré dans son centre, une petite lame nacrée, fragment évident d'une coquille.

» Ce fragment, séparé de la matière sédimenteuse qui a été soumise à l'analyse, était jaune-verdâtre à l'une de ses faces, et blanc nacré à l'autre.

» L'aspect de cette lame indiquait évidemment sa nature; ses réactions chimiques l'ont démontré surabondamment.

» C'est un fragment de coquille ayant servi de noyau au calcul vésical, dont l'analyse a fourni les résultats suivants :

» 100 parties de cette concrétion ont donné :

Phosphate de chaux.	64,70
Carbonate de chaux.	15,10
Matières organiques et eau. . .	20,20
Total. . . .	100,00

» M. Lassaigne a complété cette analyse en recherchant dans quel rapport la chaux et l'acide phosphorique se trouvent dans le phosphate de chaux, ou le degré de saturation de ce sel.

« Après avoir dissous une certaine quantité de phosphate sec dans de l'eau » acidulée par la plus petite proportion d'acide chlorhydrique, il a préci- » pité la chaux par l'oxalate d'ammoniaque.

» L'oxalate de chaux qui s'est formé par cette réaction, recueilli, calciné » et transformé en sulfate de chaux anhydre, a montré la proportion exacte » de chaux qui saturait l'acide phosphorique.

» Il résulte de cette expérience que sur 100 parties de phosphate, il y a

Acide phosphorique.	53,87
Chaux.	46,13
	100,00

» Le *phosphate calcaire* de ce calcul diffère donc essentiellement du » sous-phosphate de chaux qui existe dans le tissu osseux, et se rapproche » beaucoup du *phosphate de chaux neutre* tel que M. Berzelius en a établi » la composition. »

» Le second de ces calculs est plus considérable : il pesait 16^{gr},950; sa forme est ronde, un peu aplatie; sa couleur d'un blanc jaunâtre à l'extérieur; il est blanc à l'intérieur. On distingue dans son agrégation des couches concentriques, peu adhérentes entre elles, très-friables. Les plus extérieures ont montré quelques débris de coquilles.

» Sa densité, suivant M. Lassaigne, qui en a fait également l'analyse, au mois de mai dernier, est de 1,875.

» Sa composition chimique s'est trouvée très-analogue à celle du premier calcul.

» 100 parties ont fourni :

Phosphate de chaux	56,19
Carbonate de chaux	3,04
Carbonate de magnésie	1,10
Quartz en grains transparents	4,76
Sels et matières organiques solubles	1,91
Matière organique insoluble dans l'eau	13,00
Eau	20,00
	100,00

» Deux circonstances sont à remarquer dans les analyses et dans la composition physique de ces calculs.

» La première est l'absence de l'acide urique, qui fait partie cependant des urines de *chéloniens*, à la vérité dans de faibles proportions, ainsi que nous l'avons déjà dit, d'après les analyses de Vauquelin, de MM. Lassaigne et Boissel (1), de M. J. Davy (2) et de M. Stoltze (3).

» MM. Lassaigne et Boissel indiquent même de l'urée, outre l'acide urique, dans l'urine de *tortue des Indes* qu'ils ont analysée; ils y ont encore découvert différents sels à base d'ammoniaque, de soude, de potasse et de chaux.

» M. Stoltze a trouvé, dans l'urine d'*émyde d'Europe*, 3^{grains},30 de phosphate de chaux, 1^{grain},15 de mucus animal mêlé avec de l'acide phosphorique, de l'hydrochlorate de soude, de la potasse et de la chaux; tandis qu'il n'y avait que 0^{grain},55 d'acide urique.

» La seconde circonstance concerne la composition physique de ces calculs; je veux parler des corps étrangers, des très-petits fragments de coquilles et des grains transparents de quartz que renfermaient les couches superficielles du plus grand, et du fragment assez considérable, ayant formé le noyau du plus petit.

» Comment ces corps étrangers ont-ils pu pénétrer dans la vessie, et

---

(1) *Journal de Pharmacie*, t. VII, p. 381; 1821.
(2) *Transactions philosophiques* pour 1818, p. 303.
(3) *Archives de Physiologie de Meckel* pour 1820, p. 349.

quelle voie ont-ils dû suivre à cet effet? La réponse à ces questions est toute anatomique et physiologique.

» La présence de ces corps étrangers pourrait servir à soutenir l'opinion que certaines *tortues* d'eau, les émydes par exemple, absorbent l'eau par l'anus, et que cette eau passe dans la vessie, qui serait encore considérée comme un organe de respiration accessoire, n'ayant pas entièrement perdu cette partie essentielle des fonctions de l'allantoïde, ou de ce poumon-vessie du fœtus dont elle est la suite permanente.

» On comprendrait facilement comment ces courants d'eau de l'extérieur à l'intérieur entraîneraient et introduiraient dans la vessie quelques fragments de coquilles ou d'autres corps, qui s'y mêleraient aux concrétions calculeuses, et y deviendraient même leur noyau.

» Ces courants seraient probablement plus actifs chez les *émydes* qui ont des *vessies lombaires* ou *accessoires* indiquées par Perrault, figurées par Bojanus, sur lesquelles M. Lesueur a particulièrement fixé l'attention de l'Académie, dans sa séance du 7 octobre 1839 (*voir* les *Comptes rendus*, t. IX, p. 456 et suivantes), et que j'ai décrites en détail dans les nouvelles éditions des *Leçons d'Anatomie comparée*, t. VII, p. 598 et suivantes.

» Mais ces vessies manquent, ainsi que l'a remarqué M. Lesueur, chez les *Trionix*, qui vivent cependant au fond des eaux douces.

» Pour concevoir le mécanisme de l'introduction de ces corps étrangers dans la vessie de ces animaux, il faut donc étudier les rapports de l'orifice de ce réservoir de l'urine dans le cloaque et l'organisation du vestibule génito-excrémentitiel.

» Dans l'exemplaire femelle, dont j'ai extrait le petit calcul, ce vestibule est un boyau cylindrique à parois musculeuses et élastiques, dont la structure mérite d'être décrite particulièrement.

» La muqueuse est marbrée d'un pigment noir dans toute la partie du cloaque qui renferme le clitoris, et un peu au delà. Plus en dehors, elle devient blanche.

» Cette membrane forme des plis longitudinaux nombreux, serrés les uns près des autres, plissés eux-mêmes en travers et en zigzag, dont les angles saillants entrent dans les angles rentrants du pli voisin.

» Cette muqueuse est doublée par un tissu cellulo-élastique assez épais, dont l'organisation, observée au microscope à un grossissement de 250 degrés, est très-remarquable.

» Il se compose de filets très-flexueux, très-contournés, qui ne se divisent pas en rameaux, lesquels se réuniraient pour former une sorte de réseau

comme les filets des tissus élastiques ordinaires, mais qui forment comme un feutre soit entre eux, soit avec les filets beaucoup plus fins du tissu cellulaire.

» Cette organisation du tissu élastique est très-différente, pour le dire en passant, de celle que j'ai découverte dans la poche sous-mandibulaire du pélican. Ici ce tissu se compose de cordons principaux dirigés dans le même sens, desquels se détachent des filets plus petits qui se réunissent aux filets des cordons principaux les plus rapprochés.

» Ce dernier type, très-analogue à ceux que M. Mandl a fait connaître dans son *Anatomie microscopique*, en est cependant une modification (1) qui aurait pu servir à compléter cet exposé des tissus élastiques que la science a mentionnés.

» La longueur de ce boyau est encore de $0^{m},110$, quoiqu'il soit tronqué du côté de l'anus.

» Les orifices des oviductes se voient de chaque côté, un peu plus en arrière que celui du rectum.

» Ils sont bordés par un prolongement de la muqueuse et de la cellulo-vasculaire qui les double, lequel prolongement est singulièrement plissé autour de chaque orifice, afin de le préserver de l'entrée des substances excrémentitielles qui passent par le cloaque.

» L'orifice du rectum est aussi bordé d'un prolongement de la muqueuse et de la celluleuse, formant dans le cloaque une saillie circulaire plissée en manchette.

» Cette disposition doit empêcher de même le reflux des matières fécales du cloaque dans le rectum.

» Rien de semblable n'existe autour de l'orifice du col de la vessie, qui est percé au-dessous de celui du rectum, mais un peu plus en avant.

» Cette disposition de l'issue de la vessie dans le cloaque fait comprendre que des débris de coquilles qui arriveraient dans le vestibule génito-excrémentitiel par le rectum, avec les excréments, ou qui y pénétreraient du dehors avec l'eau que l'on suppose pouvoir être pompée par ce vestibule, pourraient, dans des cas rares, être refoulés dans la vessie, par les contractions des parois de ce vestibule.

» Dans cette première partie de mes fragments, je n'ai été, pour ainsi dire, que simple historien. C'est à M. Lesueur qu'est due la découverte des

(1) Première série, IX[e] livraison.

calculs urinaires des *Trionix*, et à M. Lassaigne leur analyse chimique, dont je viens de faire connaître les résultats.

» Mais cette connaissance se lie naturellement à ce que je vais dire sur les *urolithes des reptiles*.

DEUXIÈME FRAGMENT. — *Sur l'existence des urolithes fossiles, et sur l'utilité que la science des fossiles organiques pourra tirer de leur distinction d'avec les coprolithes, pour la détermination des restes fossiles de Sauriens et d'Ophidiens.*

» Je ne veux pas parler, dans ce second fragment, des conséquences qu'il est possible de tirer des faits énoncés dans le premier, c'est-à-dire de l'*existence* possible des *pierres vésicales fossiles* des *Chéloniens*, et du moyen qu'on aurait de les reconnaître, malgré l'absence de l'acide urique; moyen fourni par l'analyse de M. Lassaigne, celui de l'état neutre du phosphate de chaux qu'ils renferment, différant en cela de celui des os.

» Mais je me propose de démontrer l'existence des fécès urinaires de certains reptiles parmi les restes fossiles, et que ces fécès ont été confondus mal à propos avec les fécès alimentaires qui sont, à la vérité, beaucoup plus nombreuses.

» L'urine des *Sauriens* et des *Ophidiens* est une pâte ductile, bien différente de ce liquide limpide très-peu coloré qui constitue l'urine des chéloniens et des batraciens anoures. Cette pâte se durcit promptement à l'air, et prend la consistance de la craie.

» Cette singulière urine devrait produire souvent des pierres vésicales chez ceux des reptiles sauriens qui ont une vessie, ou des concrétions obstruant les uretères chez les Ophidiens proprement dits, qui sont tous privés du réservoir de l'urine. Cependant il n'en est rien; jusqu'à présent on n'a pas découvert, que je sache, de concrétions urinaires chez ces animaux.

» Mais l'étude de la forme et de la consistance que prend cette pâte ductile en sortant du cloaque, et la possibilité de la conservation de ces fécès urinaires parmi les restes fossiles, tout aussi bien que les fécès alimentaires, m'a paru devoir attirer l'attention des géologues.

» M. Dufrénoy, dans le Rapport qu'il a lu à l'Académie, le 29 mai 1843, sur deux Mémoires de Géologie de M. le docteur Robert, s'exprime ainsi :

« La présence de ces corps singuliers (les coprolithes) parmi les fossiles » est une des découvertes les plus remarquables de M. Buckland. »

» Le but de cette Note est de faire comprendre que, si les conséquences géologiques qu'on a tirées de cette découverte, relativement aux terrains

de sédiment, semblent incontestables, il était nécessaire de la compléter sous le rapport zoologique, afin d'arriver à une connaissance plus précise des animaux auxquels ces fécès ont appartenu; et qu'il fallait, pour cela, que l'Anatomie et la Physiologie vinssent au secours de la Géologie.

» Dès le mois de décembre 1834 et le mois de janvier 1835, j'ai fait deux communications à la Société d'Histoire naturelle de Strasbourg, dans lesquelles j'ai manifesté l'opinion que, selon toute apparence, on avait confondu avec les *coprolithes* ou les fécès alimentaires, des *urolithes* ou des fécès urinaires; et que la manière dont on avait expliqué la forme spirée de quelques-uns des premières, et les conséquences qu'on en avait tirées pour déterminer la forme de l'intestin des animaux qui les avaient rendus, ne me paraissaient pas rigoureusement déduites, sous le double rapport anatomique et physiologique.

» Voici comment je suis parvenu à cette manière de voir sur l'existence des urolithes, qui n'était alors pour moi qu'une simple présomption, et qui est devenue une certitude, depuis la découverte de M. Robert et le Rapport de M. Dufrénoy, dans lequel l'honorable rapporteur annonce l'existence d'une quantité notable d'acide urique dans ces prétendus coprolithes.

» En décembre 1834, j'avais, depuis cinq mois, un caméléon dont j'observais avec soin les allures. Je remarquai entre autres qu'il rendait ses fécès alimentaires sous une forme cylindrique, de consistance variée, suivant la nature de ses aliments, dont ils renfermaient ordinairement quelques débris reconnaissables : c'étaient des pattes, des fragments d'ailes ou d'autres parties dures et cornées des insectes qui étaient devenus sa proie.

» J'aperçus encore, outre ces fécès, des excréments d'un blanc jaunâtre, contournés en spirale comme une coquille de petit buccin, ayant la consistance de la craie, que je ne tardai pas à reconnaître pour l'urine de cet animal, qu'il rendait séparément de ses fécès alimentaires.

» La comparaison que j'eus l'occasion de faire de ces concrétions, avec celles qui se vendent chez les droguistes sous le nom d'*excréments de boa*, et qui sont presque entièrement composées d'acide urique, me confirma dans cette opinion.

» Enfin, l'analyse que M. Persoz, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, et mon collègue à cette époque, voulut bien faire à ma demande, de ces excréments blancs du caméléon, me fixa définitivement dans ma première détermination.

» Il les trouva composés d'une très-grande proportion d'acide urique, avec une faible quantité de phosphate et de carbonate de chaux.

» Je compris en même temps la cause de la forme contournée en spirale que prend cet excrément à l'instant même de son expulsion.

» Il n'était plus possible, au moins dans cette circonstance, d'en attribuer la cause à l'existence d'une valvule spirale de l'intestin.

» L'anus extérieur, chez ce caméléon, ou l'orifice commun des excréments et des produits de la génération, est une fente transversale, comme chez tous les autres *Sauriens proprement dits* et chez les *Ophidiens;* tandis que chez les *Crocodiliens* cette fente est longitudinale.

» Cette différence de forme et de direction, dont les zoologistes ont tiré parti dans leurs caractères distinctifs, est d'ailleurs en rapport organique nécessaire, ce qui n'a pas encore été remarqué, que je sache, avec l'existence de deux verges dans le premier cas, ou d'une seule verge dans le dernier.

» C'est par chaque commissure latérale de cette fente transversale que ces verges font saillie chez le mâle, ou s'introduisent dans le vestibule génito-excrémentitiel de la femelle; la disposition contraire ou l'ouverture longitudinale de ce vestibule ne donne jamais issue qu'à une seule verge, qui sort par la commissure antérieure de cette ouverture.

» Des deux lèvres de cette issue, quand elle est transversale, la postérieure est la plus développée; elle forme une paroi résistante verticale, opposée directement aux fécès moulés et expulsés par les contractions des parois du cloaque. La partie moyenne de cette lèvre est la plus large; la partie correspondante de l'orifice est la plus profonde; il devient de plus en plus superficiel à mesure qu'il se rapproche de chaque commissure latérale des deux lèvres.

» Rien de plus facile, d'après ces considérations anatomiques et celle de la nature de l'urine de caméléon, que de comprendre la forme contournée en spirale de ses fécès urinaires, tandis que les fécès alimentaires restent cylindriques.

» Ceux-ci ne sont pas ductiles et l'emportent le plus souvent, par leur consistance, sur l'obstacle que leur présente la lèvre postérieure de l'anus. Ils conservent leur forme cylindrique, ou à peu près, qui est celle du dernier intestin où ils ont été rassemblés, et celle du cloaque contracté à travers lequel ils ont dû passer.

» L'urine, au contraire, qui forme une pâte molle et ductile, après avoir été moulée en cylindre ou en cône par les parois contractées du cloaque, rencontre l'obstacle perpendiculaire de la lèvre postérieure qui limite de ce côté

l'orifice de ce réservoir; elle se contourne vers l'une ou l'autre commissure, en glissant de dedans en dehors sur la pente oblique qui la conduit, sans obstacle, dans cette direction.

» C'est par ce simple mécanisme que cette singulière urine, qui durcit bientôt après sa sortie et prend la consistance de la craie, forme ces concrétions plus ou moins sensiblement turbinées.

» Si l'on se rappelle, 1° en premier lieu, que les *reptiles sauriens* et *ophidiens* sont les seuls animaux vertébrés qui rendent, séparément de leurs fécès alimentaires, une urine non liquide, mais sous forme d'une pâte épaisse et ductile; 2° si l'on fait attention, en second lieu, que cette urine concrète montre des traces plus ou moins évidentes de cette forme turbinée, chez tous les reptiles de ces deux ordres, dont l'orifice du cloaque est une fente transversale, on sera conduit à penser que les coprolithes de forme spirée ou turbinée, sont probablement, ainsi que je l'ai présumé dès 1834, du moins en partie, des urolithes de Sauriens ou d'Ophidiens.

» Cette présomption deviendra une certitude lorsqu'à cette forme correspondra une composition chimique semblable ou analogue à celle de l'urine des *reptiles ophidiens* ou *sauriens vivants*.

» Les coprolithes découverts par M. Robert contiennent, suivant le Rapport de M. Dufrénoy, du phosphate et de l'urate de chaux en abondance.

» M. Robert lui-même les regarde comme presque entièrement composés d'urate de chaux (1).

» Ceux qu'il a bien voulu me permettre d'examiner dans sa collection (et particulièrement un de ces fossiles qu'il m'a remis pour le faire analyser), sont composés d'une substance homogène assez serrée, de couleur jaune nankin sale intérieurement, et extérieurement d'une couche brune de même substance, fendillée à sa surface.

» Ce sont évidemment, d'après leur composition chimique, des urolithes ou des fécès urinaires et non des fécès alimentaires.

» La quantité d'acide urique qu'ils renferment en est une preuve indubitable.

» Ces *urolithes* ne peuvent avoir appartenu qu'à des *Sauriens* ou à des *Ophidiens*.

» Je vais plus loin dans ma détermination, et j'ajoute que ceux à forme

---

(1) Voir ses Recherches paléontologiques, etc. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*, p. 3.)

non spirée ont été rendus par des crocodiliens; tandis que ceux à forme spirée très-prononcée doivent provenir de *Sauriens* proprement dits ou d'*Ophidiens*, les seuls des animaux vertébrés, nous le répétons, dont l'urine sorte du corps séparément des fécès alimentaires, et prenne, immédiatement après, cette consistance pierreuse qui la rend susceptible d'être conservée comme fossile.

» On voit à quel degré de précision l'observation de l'urine de caméléon et de sa forme m'a conduit pour la détermination des fécès fossiles.

» Déjà Vauquelin avait fait connaître cette singulière urine chez les *Serpents*, et Schreibers (1) chez les *Lézards* et les *Seps*. Mais personne avant moi n'avait eu l'idée que sa consistance et sa nature la rendaient susceptible d'être conservée parmi les restes fossiles, et qu'*une partie* des coprolithes de forme spirée pourraient bien être plutôt des urolithes de Sauriens ou d'Ophidiens.

» J'espère que cette nouvelle *Note*, fondée à présent sur des faits bien positifs d'analyse chimique, excitera l'attention et l'intérêt des géologues.

» Sans doute la plupart des coprolithes bien déterminés sont réellement des fécès alimentaires. On peut en être certain quand, dans leur composition hétérogène, on trouve des restes de ces substances, tels que des os, des dents, des écailles de poissons, ainsi qu'on l'a annoncé au commencement de cette année, pour un certain nombre des coprolithes de Passy, qui ne renferment d'ailleurs aucune trace d'acide urique (2).

» Mais je pense que l'on peut affirmer, sans hypothèse (3) et avec certitude, que ceux dont la substance est homogène et contient une quantité notable d'acide urique, sont des urolithes de *Sauriens* ou d'*Ophidiens*.

» Quant aux fécès alimentaires que l'on présume avoir été moulés dans un intestin à valvule spirale, cela pourrait être, si cette valvule était dans le dernier intestin où se rassemblent les fécès. Mais l'exemple des squales et des raies que l'on a cité à l'appui de cette explication ne me paraît pas concluant,

---

(1) *Annales de Physique de L.-W. Gilbert*, t. XLIII, p. 83; Leipsig, 1813.

(2) *Voir* le journal *l'Institut*, n° 526, 24 janvier 1844, p. 36, 2e cahier. On annonce qu'ils sont composés de :

Phosphate de chaux.	0,6225,
Carbonate de chaux.	0,1250,
Silice.	0,0025,
Matière animale fétide.	0,2500.

(3) Je réponds ici à la note 3, page 3, du Mémoire cité de M. Robert.

cette valvule étant dans l'intestin grêle et non dans celui où se rassemblent et se moulent, dans beaucoup de cas, les résidus plus ou moins solides de la digestion.

» Aucun reptile connu ne m'a montré jusqu'à présent une valvule spirale dans son gros intestin, quoique j'aie décrit, dans un *Mémoire sur l'Organisation des Serpents*, que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie en juillet 1832, et dans les *Leçons d'Anatomie comparée*, de singulières anfractuosités qui compliquent irrégulièrement le canal du dernier intestin de plusieurs *Ophidiens* et de quelques *Sauriens*.

» Je conçois cependant que, dans quelques cas, la forme spirée des coprolithes ait pu provenir de la ductilité des fécès alimentaires; mais cette ductilité ne peut plus être admise pour les coprolithes qui comprennent des débris osseux.

» Il faudrait alors supposer un gros intestin pourvu d'une valvule spirale, dans lequel les fécès se rassemblent. Il faudrait encore supposer que ces fécès ont conservé la forme de leur moule, après la décomposition de celui-ci.

» Ces coprolithes proviendraient tous d'animaux morts subitement et décomposés, et non d'animaux qui les auraient rendus à l'état de vie.

» Leur histoire se trouverait ainsi intimément liée à celle des animaux dont on a découvert les restes dans certaines grottes, et à la question de savoir s'ils y ont vécu, ou si leurs restes seulement ont été entraînés dans ces grottes avec le limon dans lequel ils sont enfouis? »

M. Duvernoy annonce à l'Académie, en terminant sa lecture, que dans la prochaine communication qu'il aura l'honneur de lui faire, il lui montrera un individu de la Salamandre commune, *Salamandra maculosa*, Laur., complétement hermaphrodite. Cet individu a, d'un côté, un ovaire avec des ovules mûrs, et, de l'autre, un testicule rempli de spermatozoïdes; il était conséquemment à l'époque du rut, lorsqu'il a été pris.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Mémoire sur une opération d'entérotomie lombaire sans ouvrir le péritoine, pratiquée avec succès sur une femme âgée de cinquante-trois ans; suivi de quelques considérations sur l'anatomie pathologique de l'intestin colon lombaire; par* M. Amussat. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Madame B..., âgée de cinquante-trois ans, d'une forte constitution,

mère de plusieurs enfants, n'a éprouvé aucun dérangement notable dans sa santé jusqu'à l'époque où se sont développés les accidents qui ont nécessité l'opération.

» Il y a un an environ, les évacuations alvines sont devenues très-difficiles, et elles se sont accompagnées de la sortie de glaires et de sang.

» Le 26 juin dernier, quatorze jours après la cessation absolue des fonctions du ventre, je fus appelé auprès de la malade par M. le docteur Sédillot, qui avait employé sans résultat tous les moyens capables d'amener du soulagement.

» J'examinai avec attention la malade sous tous les rapports, et ne parvins pas à découvrir le siége et la nature de l'occlusion du tube digestif.

» Le ventre était ballonné, distendu par des gaz, les coliques étaient très-vives, et des vomissements bilieux survenaient fréquemment.

» Après avoir employé inutilement pendant plusieurs jours les douches ascendantes, les injections forcées, etc., et l'état de la malade s'aggravant beaucoup, on agita la question de l'établissement d'une voie artificielle, et cette opération ayant été jugée indispensable par plusieurs médecins appelés en consultation, entre autres par M. Crampton, de Dublin, elle fut pratiquée en présence de MM. Crampton, Macloughlin, Berthez, de Gray, L. Boyer, Filhos, A. Amussat et Levaillant, le 1er juillet, vingt jours après le commencement des accidents de la tympanite stercorale. Le colon lombaire gauche fut ouvert dans la région lombaire, sans intéresser le péritoine, et depuis ce temps les évacuations ont lieu par cette voie.

» Aujourd'hui, trente jours après l'opération, la malade est dans l'état le plus satisfaisant.

» Après avoir donné, dans mon Mémoire, la relation de ce fait, avec des détails qui seraient hors de place dans cet extrait, je présente quelques considérations sur l'anatomie pathologique chirurgicale de l'intestin colon lombaire; et je démontre que, si l'opération de l'anus artificiel dans la région lombaire avait été rejetée, cela provenait de ce qu'on examinait le gros intestin dans l'état de vacuité, et qu'alors on ne jugeait pas exactement les limites du péritoine en arrière. Mais, comme dans toutes les maladies qui exigent l'établissement d'une voie artificielle, les colons sont distendus, soit chez les enfants imperforés, soit chez les adultes, on est assuré qu'il existe en arrière du colon un espace celluleux assez grand dans lequel on peut ouvrir le colon sans ouvrir le péritoine. Pour démontrer ce fait, je mets sous les yeux de l'Académie un dessin représentant le colon lombaire gauche d'une femme qui a succombé quarante-six jours après une obstruction complète du tube

digestif, causée par un cancer de l'S iliaque. Dans ce cas, l'intestin était très-distendu, l'espace celluleux était très-large, et il eût été facile, en opérant, d'éviter la lésion du péritoine.

» Enfin, je rappelle le résultat heureux de neuf opérations de ce genre que j'ai pratiquées avec succès, six fois sur des adultes, trois fois sur des enfants imperforés, et j'insiste sur les avantages de l'incision transversale de la région lombaire que j'ai substituée à l'incision longitudinale.

» En résumé, je crois avoir démontré par la triple voie de l'expérimentation, de l'anatomie chirurgicale pathologique et du résultat heureux de mes opérations, que le fait de la possibilité d'ouvrir le colon lombaire, sans pénétrer dans le péritoine, est maintenant établi d'une manière incontestable.

» Je puis, en outre, ajouter que l'entérotomie lombaire a été tentée avec succès par plusieurs chirurgiens français et étrangers.

» Cette opération, qui est aussi indispensable que celle de la hernie étranglée, parce que l'une s'applique aux étranglements internes, tandis que l'autre s'applique aux étranglements externes, me paraît devoir être placée parmi les opérations que les chirurgiens sont appelés à pratiquer lorsque toutes les autres ressources de l'art ont été employées infructueusement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ORGANOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le développement et la structure des Plantaginées et des Plumbaginées; par* M. **F.-M. Barnéoud**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. de Jussieu, Richard, Gaudichaud.)

« I. *Plantaginées.* — Si l'on suit la première formation de la fleur dans un épi naissant de *Plantago lanceolata* ou de *Plantago cynops* long de 2 ou 3 millimètres au plus, on voit qu'elle est réduite d'abord à un simple mamelon pulpeux situé à la base d'une bractéole beaucoup plus longue qu'elle. Ce mamelon se fend ensuite ou se transforme en quatre lobes qui sont les folioles primitives du calice; après la bractée et le calice, se montrent successivement la corolle, les étamines, l'ovaire, le style, les ovules et le stigmate. Le développement floral a donc lieu ici de l'extérieur à l'intérieur, contrairement à la théorie de M. Schleiden.

» Ce qu'on nomme la corolle, est évidemment un organe dégénéré, sec, scarieux, sans aucune trace de vaisseaux à l'état adulte, et d'une nature toute cellulaire. Mais, à sa première origine, elle se compose de quatre mamelons

libres, un peu arrondis, et dont la structure et la forme sont les mêmes que celles des anthères. Un peu plus tard, ces quatre mamelons s'allongent, s'aplatissent dans leur épaisseur, se soudent à la base pour former le tube, et présentent chacun, mais seulement sur la ligne médiane, un simple petit faisceau de trachées tout à fait analogue au faisceau trachéen du milieu du filet et de la suture de l'anthère. Ces vaisseaux spiraux, qui trahissent ici la nature dégénérée de l'organe qui les renferme, s'oblitèrent peu à peu d'une manière très-remarquable, et après l'épanouissement de la fleur, il n'en reste plus de vestiges. Pour nous, le tube et les quatre segments scarieux de la corolle des Plantains équivalent aux quatre staminodes secs, souvent réunis en tube à leur base, des tribus des Gomphrénées, des Achyranthées et des Célosiées, dans la grande famille des Amaranthacées. Ces observations établissent un lien de plus entre ces dernières et les Plantaginées, comme le voulait l'immortel L. de Jussieu, dont le génie profond a si bien senti les rapports naturels des familles, et dont on a, très à tort, dans plusieurs cas, négligé les grandes vues. Le pollen se forme, dans des utricules mères, par la séparation d'une petite masse simple en quatre parties, qui sont symétriques, placées face à face, et deviennent chacune un grain de pollen. A l'état adulte, celui-ci s'ouvre constamment par un seul boyau. Jamais nous n'avons pu apercevoir le mouvement spontané des granules, malgré le secours de puissants grossissements.

» Nous avons observé les boyaux polliniques dans presque toute la longueur du style; mais la grande densité de ce dernier à sa base, et sa couleur très-brune, nous ont empêché de les suivre jusqu'à l'ovule. L'ovaire très-jeune présente sur son milieu une ligne brune formée par les replis de ses deux carpelles. C'est l'origine de la cloison. Ces replis, qui vont à la rencontre l'un de l'autre, ne sont encore que très-rapprochés sans être totalement soudés; et par une légère traction, au moyen d'aiguilles très-fines, on parvient sans peine à les séparer, et on voit chacun d'eux porter sur son bord un ou plusieurs ovules naissants. Du reste, la structure cellulaire de ces jeunes replis est identique avec celle du reste de l'ovaire. Il n'y a donc dans tout cela aucun vestige de corps axile pour la famille des Plantaginées (*Plantago, Littorella*).

» L'ovule, dont le côté externe des téguments éprouve une courbure très-prononcée, se compose d'une primine, d'une secondine peu saillante, d'une tercine verte, et d'une quintine qui devient le périsperme corné et mucilagineux, au milieu duquel se développe l'embryon droit et excentrique. Le raphé est presque nul; mais le funicule, d'une forme discoïde, très-aplatie, a une structure singulière. Ses cellules irrégulières sont toutes rayées.

» Dans le *Littorella lacustris*, il existe dans l'ovaire peu développé une petite cloison médiane et deux ovules symétriques à sa base, dont l'un disparaît toujours avec la cloison bien avant la fécondation.

» La déhiscence circumscisse de la capsule des Plantaginées de plusieurs Chénopodées, Amaranthacées, Solanées et Primulacées, tient à une double cause anatomique et physiologique provenant d'une structure cellulaire différente, dans les deux parties de la capsule, de l'oblitération des faisceaux de trachées vers le point de scissure, de l'accumulation des sucs, et par suite de l'épaississemeut de l'opercule, tandis que la partie inférieure reste mince et membraneuse.

» II. *Plumbaginées*. — Dans cette famille, comme dans la précédente, on voit les différents verticilles de la fleur se développer successivement de l'extérieur à l'intérieur.

» La symétrie paraît anomale, puisqu'il n'y a qu'un seul rang d'étamines opposées aux pétales. Mais j'en ai découvert un second dans le *Plumbago micrantha*, entre les rudiments des pétales à peine ébauchés et en face de ceux du calice; il se développe fort peu, et s'atrophie rapidement avant la formation précoce du tube de la corolle. D'après cela, la symétrie des Plumbaginées devient géométriquement régulière, et leurs étamines adultes appartiennent à un quatrième verticille absolument de la même manière que celles des Primulacées. Les quatre grains polliniques s'organisant dans l'utricule mère, affectent constamment une disposition cruciforme. A la maturité, et au contact d'un liquide, le grain devient sphérique; la masse compacte de ses granules se divise tout à coup en trois faisceaux cunéiformes séparés par trois espaces clairs, et c'est par trois points symétriques correspondant chacun à la base de l'un de ces faisceaux, que font hernie au dehors trois boyaux dans lesquels s'agitent de nombreux corpuscules.

» Mais il n'y a point encore ici de mouvement spontané. L'ovule est anatrope, également à quatre membranes blanches; la secondine reste toujours saillante, et la quintine forme un vrai périsperme amylacé qui entoure l'embryon central. Plusieurs fois, j'ai rencontré deux ovules dans les *Armeria*, et ce qu'il y avait de plus intéressant, c'est que le bouchon, en venant à la rencontre des deux endostomes béants, présentait un commencement de bifurcation à sa pointe. Il est certain que les boyaux polliniques arrivent par ce bouchon.

» La gaîne des capitules d'*Armeria*, dont nous avons suivi toutes les phases de développement, n'est qu'une expansion cellulaire et vasculaire de la base des feuilles de l'involucre.

» *Organes de la végétation dans ces deux familles.* — Soit dans les fleurs, soit dans l'embryon en germination, les premiers vaisseaux qui se montrent sont de vraies trachées déroulables; les tiges offrent, en allant de l'intérieur à l'extérieur : 1°.des trachées autour du canal médullaire; 2° des vaisseaux rayés, assez rarement; 3° des vaisseaux ponctués en grande abondance : voilà pour le bois. L'écorce n'offre que des vaisseaux fibreux. Quant aux laticifères, je n'ai rien pu voir de très-net.

» Dans les grosses racines, même structure, à l'exception des trachées et du canal médullaire, qui manquent. Dans les petites radicelles, il n'y a que des vaisseaux ponctués.

» Les stomates se montrent sur toutes les parties vertes extérieures, même sur les cotylédons qui sortent à peine de la graine. »

GÉOLOGIE. — *Recueil d'observations ou recherches géologiques, tendant à prouver, sinon que la mer a baissé et baisse encore de niveau sur tout le globe, notamment dans l'hémisphère nord, du moins que le phénomène de soulèvement, depuis l'époque où il a donné naissance aux grandes chaînes de montagnes, n'a plus guère continué à se manifester que d'une manière lente et graduelle; par* M. E. Robert. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Cordier, Élie de Beaumont.)

« D'après l'ensemble des faits exposés avec détails dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, je me trouve conduit à admettre :

» 1°. Que la mer, depuis l'époque géologique tertiaire, a laissé dans l'intérieur des terres et notamment près des côtes (depuis même les temps historiques pour ces dernières), des traces nombreuses et incontestables d'un séjour plus ou moins long;

» 2°. Que ce phénomène a dû se passer d'une manière tellement lente, graduelle et uniforme, que les traces qui s'y rapportent offrent presque partout une parfaite horizontalité, et que les dépouilles d'animaux marins qui les accompagnent, indépendamment de leur belle conservation, diffèrent à peine de celles que la mer abandonne journellement sur ses bords;

» 3°. Que ce phénomène est encore en activité sur une foule de points des mêmes côtes;

» 4°. Que des blocs erratiques d'autant plus gros et plus abondants qu'on s'approche davantage des pôles, accompagnent les traces de la mer dans la plupart des cas;

» 5°. Que des rochers ont été arrondis, polis, creusés et striés par la même cause.

» D'où je conclurai que tous ces faits, si disparates en apparence, soit qu'on les considère comme le résultat d'un délaissement de la mer pur et simple, ou de soulèvements partiels et généraux, peuvent, à cause de l'intime liaison qui existe entre eux, servir à caractériser la dernière période géologique ou quaternaire, celle dans laquelle nous vivons, bien que cette période paraisse avoir été interrompue par un violent cataclysme.

» On pourra aussi en tirer la conséquence, qui, je crois, est de nature à intéresser les âges futurs: que si tous ces faits sont réellement dus au phénomène des soulèvements, l'espèce humaine devra désormais être rassurée sur les grands changements qu'ils ont apportés jadis dans la surface solide du globe; car si l'homme est contemporain du surgissement brusque de quelques chaînes de montagnes qui auraient déterminé d'épouvantables cataclysmes dont il paraît avoir conservé un vague souvenir, il doit voir aujourd'hui dans l'exhaussement excessivement lent et graduel des côtes qu'il habite, la preuve la plus manifeste que l'écorce du globe achève de se consolider de toutes parts, et que les grands paroxysmes qui tourmentèrent son sein ne sont plus guère à redouter.

» Dans l'état actuel des choses, je ferai cependant remarquer:

» 1°. Que les traces en question ne paraissent pas être uniformément répandues sur le globe, en supposant même que les contrées qui en ont offert si peu jusqu'à présent, fussent aussi bien connues que celles qui en fournissent le plus. A peine avons-nous pu en citer dans l'hémisphère austral.

» 2°. Que ces mêmes traces paraissent devoir être d'autant plus communes qu'on s'approche davantage du pôle nord, ce qui n'est peut-être que spécieux, attendu qu'on les remarque précisément là où l'espèce humaine, rare et privée de nos grandes ressources industrielles, a jusqu'à présent peu modifié la surface du pays qu'elle a choisi pour s'y établir.

» 3°. Enfin, que les traces qui offrent le moins de prise à la contestation paraissent avoir atteint vers le nord leur maximum d'altitude (162 à 195 mètres), et à ce sujet il ne sera peut-être pas sans intérêt de faire remarquer que si l'action soulevante a été dans ce cas-ci, et dès l'origine, de 45 pouces (1^m,219) par siècle, aussi bien que l'ont reconnu les savants suédois, à l'instigation de Celsius, pour la côte orientale de Suède, il n'y aurait pas moins de 15 à 16000 ans que le dernier phénomène de soulèvement a commencé à se manifester en Scandinavie.

» Cette grande série d'années, si elle est exacte, pourra peut-être nous

donner aussi le mot de l'énigme que nous présente, d'une part, la grande abondance de blocs erratiques répandus à la surface du sol vers les deux pôles, et, d'une autre, les circonstances rares dans lesquelles on voit les glaces flottantes en déposer de semblables. Serait-il alors déraisonnable de supposer que dans le cours d'un aussi grand nombre d'années, alors que la mer a couvert, à n'en pas douter, une grande partie de nos continents, les glaces flottantes, sollicitées sans cesse à se rendre vers des régions plus chaudes, par suite de l'échange de température qui se passe au sein des eaux entre l'équateur et les pôles, soient parvenues à charrier cette immense quantité de blocs de pierres dont la présence nous étonne tant lorsque nous cherchons à comparer leur transport à ce qui se passe de nos jours ? Faisons en outre remarquer, puisque le champ des hypothèses nous est largement ouvert, qu'à l'époque reculée où les glaces flottautes faisaient l'office de radeaux au pied des montagnes, celles-ci, fraîchement soulevées, devaient être couvertes d'un plus grand nombre de débris qu'aujourd'hui, et que, par conséquent, leur charriage a toujours été en diminuant.

» Quoi qu'il en soit, les différences que nous avons remarquées plus haut, dans le nombre des traces de la mer, rares dans le sud, communes vers le nord, et dans leur altitude, faible d'un côté, forte de l'autre, sont bien propres à nous rendre compte de la configuration qu'affectent les terres dans notre hémisphère, ou, en d'autres termes, de leur plus grande étendue que dans l'hémisphère opposé : autant dans le nôtre elles tendent à s'élargir, à se réunir, à s'exonder; autant, dans l'autre, elles se rétrécissent, semblent s'immerger ou s'éloignent les unes des autres pour se terminer en pointes, ainsi que l'avait du reste signalé Buffon dans ses immortelles *Époques de la nature*. Ajoutons que l'Océan paraît avoir une plus grande profondeur dans l'hémisphère austral que dans le septentrional (1). »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'assainissement des égouts au moyen d'une poudre désinfectante.* (Extrait d'une Note de M. SIRET.)

(Commission précédemment nommée pour une communication du même auteur sur la désinfection des fosses d'aisance.)

M. Siret, qui avait soumis l'an passé au jugement de l'Académie un pro-

---

(1) Suivant le capitaine Wedel, la mer est plus profonde vers le pôle austral que dans les régions boréales.

Au milieu de l'océan Pacifique, on a sondé par 2000 et 3000 mètres sans trouver fond ; dans le voyage de la frégate *la Vénus*, on a filé infructueusement 2000 brasses (3248^{m},390).

cédé de désinfection pour les fosses d'aisance, procédé qui fut l'objet d'un Rapport favorable fait dans la séance du 10 juillet 1843, propose aujourd'hui d'appliquer à l'assainissement des égouts la même méthode, en y faisant quelques modifications exigées par les conditions différentes du problème qu'il avait cette fois à résoudre.

« Comment en effet, dit-il, pourrait-on attendre quelque efficacité d'une poudre légère qui resterait nécessairement à la surface de l'eau dont le fond des égouts est presque constamment couvert, et qui serait emportée rapidement chaque fois que la pluie déterminerait dans les conduits un courant rapide?

» Après plusieurs essais, je crois être parvenu à surmonter cette difficulté. Voici comment j'opère :

» Pour 500 mètres d'égouts, je prends 75 kilogrammes d'une masse composée ainsi qu'il suit :

Sulfate de fer.	200	kilogrammes
Sulfate de zinc	25	
Charbon végétal	10	
Sulfate de chaux	265	
Total. . .	500	

Je mélange, avec une certaine quantité d'eau, ces substances, après en avoir opéré une union parfaite, pour en former une masse solide.

» En ayant extrait 75 kilogrammes de cette masse compacte et que son poids retient au fond de l'eau, à l'entrée de l'égout, les eaux en font une dissolution graduelle en passant par-dessus, et se trouvent ainsi désinfectées. On peut, avec les proportions indiquées, compter, de la part de la masse, sur une action désinfectante pendant quinze jours : tels sont au moins les résultats que j'ai obtenus à Meaux dans l'égout du Brasset, qui reçoit les eaux des mégisseries.

» L'emploi du sulfate de chaux, qui rend compactes les poudres désinfectantes, ne les décompose nullement; il en stimule plutôt les effets désinfectants que de les diminuer. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur la construction et les usages d'un nouvel instrument, le compas polymètre; par* M. SAINT-ANGE PLET.

(Commissaires, MM. Mathieu, Poncelet.)

L'auteur joint à son Mémoire un modèle de l'instrument.

M. **Werner** soumet au jugement de l'Académie deux nouvelles planches, encore inédites, de ses *Tableaux élémentaires d'Anatomie humaine;* l'une de ces planches est relative à la *Syndesmologie,* l'autre présente une partie de la *Névrologie,* l'axe cérébro-spinal et les nerfs de la face.

Ces dessins sont renvoyés à l'examen de la Commission qui avait été désignée à l'époque de la présentation des deux premiers tableaux (*Ostéologie* et *Myologie*), Commission qui se compose de MM. Serres, Flourens et Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire.

M. **Neveu** écrit qu'il renonce à l'idée de prendre un brevet d'invention pour son nouveau système de *chemins de fer,* et prie l'Académie de vouloir bien renvoyer à l'examen d'une Commission le Mémoire qu'il lui a adressé sur ce sujet, dans une précédente séance.

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Morin.)

M. **Hébert** adresse un ouvrage sur les *substances alimentaires,* qu'il destine au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon. Pour se conformer à la décision prise par l'Académie relativement aux pièces admises à ce concours, M. Hébert, en envoyant son livre, y a joint une Note indiquant les passages qui lui semblent devoir attirer plus particulièrement l'attention de la Commission.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite de nouveau l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour la place d'examinateur de sortie vacante à l'École Polytechnique, par suite de la nomination de M. Duhamel à la place de Directeur des études.

M. **Flourens**, au nom de M. **Walckenaer**, fait hommage à l'Académie du troisième volume de l'*Histoire des Insectes aptères* (voir au *Bulletin bibliographique*). Les principales parties de ce volume, rédigé par M. *P. Gervais,* ont été déjà présentées sous forme de Mémoires à l'Académie, et ont été l'objet d'un Rapport très-favorable fait par une Commission dont M. Duméril était rapporteur.

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. **Natalis Guillot**, un

ouvrage ayant pour titre : *Exposition anatomique de l'organisation du centre nerveux dans les quatre classes d'animaux vertébrés.*

« Dans ce travail, dit M. Flourens, l'auteur a toujours eu soin d'examiner les parties très-peu de temps après la mort de l'animal, et sous une température assez peu élevée pour qu'il ne se produisît dans les formes aucune altération immédiate; il a rejeté en conséquence toute observation dans laquelle on pouvait craindre des changements dus à un commencement de décomposition cadavérique. Il s'est également gardé de mettre les centres nerveux qu'il étudiait en contact avec des substances capables de modifier leur structure. ».... « Rien, en effet, remarque cet anatomiste, n'a plus contribué à répandre des notions erronées que certains modes de préparation » qui modifient complétement la matière, et peuvent aller jusqu'à la détruire. Tel observateur, par exemple, soutient que l'encéphale est lamelleux, parce qu'il l'a fait auparavant bouillir dans le vinaigre qui, en effet, » y donne lieu à la formation de lamelles nombreuses; tel prétend qu'il est » fibreux, et, après l'avoir fait macérer dans l'alcool, y découvre des apparences de fibres; tel autre, voulant y démontrer une structure granuleuse, pourrait le faire bouillir dans l'huile et verrait certainement la matière se séparer en granulations irrégulières. Autant de procédés différents, » autant d'erreurs produites, ou pour le moins autant de doutes jetés à la » discussion. »

M. **Poncelet** présente, au nom du **Président du comité des fortifications**, le XIV[e] volume du *Mémorial de l'officier du génie.*

M. **Ad. Brongniart** annonce la continuation d'une publication importante en botanique, la monographie des mousses européennes, et présente au nom des auteurs, MM. **Bruch** et **Schimper**, les livraisons XVI à XXII de cet ouvrage. (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

CHIMIE. — *De l'oxydation des substances organiques par l'acide iodique; par* M. E. **Millon**.

« L'acide iodique est un produit dont la constitution chimique fait pressentir un agent d'oxydation très-énergique; néanmoins on n'a guère fait usage de cette source d'oxygénation. On ne connaît bien, parmi les substances organiques, que la morphine qui exerce sur ce réactif une réduction caractéristique. Si l'on ajoute à ce fait intéressant, découvert par Sérullas, la combinaison de l'acide iodique avec quelques alcalis végétaux, on se trouve avoir

très-vite parcouru les rapports de cet acide minéral avec les substances organiques.

» L'acide iodique est un agent d'oxydation non moins puissant, non moins varié dans ses effets, que l'acide nitrique lui-même. Il offre en outre, dans la marche de son action, quelque chose de spécial qui permet de prévoir ce qu'on peut attendre de son intervention dans l'étude des métamorphoses organiques. Pour donner un exemple du caractère qui lui appartient, je dirai de suite que les différents termes d'oxydation auxquels s'arrêtent les autres agents oxydants, sont presque tous franchis par l'acide iodique. Ainsi, l'acide oxalique est converti en acide carbonique par une dissolution aqueuse d'acide iodique à la température même de l'atmosphère. Les acides formique et mucique sont entièrement brûlés par la même dissolution, à une température voisine de + 100 degrés.

» Le sucre de canne est oxydé aussi à + 100 degrés d'une manière si complète, que l'acide carbonique qu'on recueille représente rigoureusement le carbone du sucre. Cette expérience fournit, avec un peu de soin, toute la précision d'une analyse organique.

» On pourrait croire, à ces premiers résultats, que l'acide iodique est un agent d'oxydation qui doit conduire tous les éléments organiques à leur dernier terme de combustion ; mais il n'en est rien. Tandis que les acides oxalique, formique et mucique, aussi bien que le sucre de canne, sont entièrement détruits, la salicine ne brûle que les trois quarts de son carbone, le sucre de lait n'en brûle guère que les deux tiers, et la combustion est encore moins avancée avec les acides tartrique et citrique.

» Les chimistes qui savent tout le prix qu'on doit attacher à l'étude des produits qui dérivent, par oxydation, des principales substances organiques; comprendront l'intérêt que présente un agent comburant facile à manier, et qui possède des tendances d'action sensiblement différentes de celles qui appartiennent aux autres réactifs de combustion.

» Les remarques suivantes nous semblent aussi propres à fixer l'attention. Dans presque toutes les combustions de l'acide iodique, c'est le carbone qui fait les frais de la réaction. Dans le sucre, dans les acides oxalique et formique, le reste des éléments se sépare à l'état d'eau. Mais dans le cas d'un très-grand nombre de substances, de la salicine, des acides tartrique et citrique, de l'acétone, de l'amidon, du sucre de lait, de l'albumine, de la fibrine, etc., il n'en est pas de même, et il en résulte des produits d'oxydation dont la détermination m'occupe en ce moment.

» L'essence d'amandes amères est la seule substance qui m'ait offert jus-

qu'ici une exception à cette règle simple. Par son ébullition prolongée au contact d'une solution aqueuse d'acide iodique, elle se convertit en acide benzoïque, et brûle ainsi 1 équivalent d'hydrogène sans rien céder de son carbone.

» Les combustions s'opèrent généralement avec une lenteur remarquable : il ne faut pas moins de vingt-quatre à vingt-cinq heures d'une action non interrompue et maintenue à + 100 degrés pour retirer de 1 gramme de sucre de canne tout l'acide carbonique qu'il peut produire, même en employant un excès d'acide iodique. L'acide citrique et le sucre de lait s'oxydent encore avec plus de lenteur. Le sucre de raisin purifié apporte une résistance extrême à l'oxydation. On peut arriver par là à des distinctions intéressantes : ainsi, tandis que le sucre mou des diabétiques se brûle très-rapidement, le sucre dur et cristallin secrété par les mêmes malades s'entame à peine.

» Le tanin se distingue des autres substances organiques par une vivacité d'action toute particulière. L'action se fait à froid, et l'acide carbonique s'accompagne de quelques centièmes d'oxyde de carbone. Jusqu'ici ce cas est le seul où la combustion du carbone se soit faite incomplétement.

» Je n'ai pu rencontrer aucune substance alimentaire qui résistât à l'action de l'acide iodique : ainsi l'amidon, les différents sucres, l'albumine, la légumine, la fibrine, le gluten, la gomme se brûlent par l'acide iodique.

» La gélatine résiste au contraire : l'acide acétique est dans le même cas ; mais il contenait, dans tous les échantillons que j'ai examinés, une petite quantité de matière étrangère destructible par l'acide iodique.

» L'acide prussique offre des phénomènes très-curieux. Je devais m'attendre à une réduction prompte, analogue à celle qu'exerce l'acide formique; mais il n'en est rien, il ne se produit aucune réaction apparente. Je pensai qu'il y aurait là un moyen assez simple de reconnaître la présence de l'acide formique dans l'acide prussique altéré. J'ajoutai donc un peu d'acide formique au mélange d'acide iodique et d'acide prussique; mais il ne se produisit encore aucun phénomène de réduction.

» L'expérience fut alors modifiée de la manière qui suit : un mélange d'acide iodique et d'acide formique, dans les proportions les plus propres à réagir énergiquement, fut séparé en deux parties égales; chaque moitié fut introduite séparément dans un tube de verre, et l'on ajouta dans l'une d'elles deux gouttes d'acide prussique affaibli. Les deux tubes furent ensuite plongés dans un bain-marie chauffé à + 100 degrés. Dans le mélange d'acide iodique et d'acide formique, la réaction se termina en vingt minutes et fut accompagnée d'un dégagement abondant d'acide carbonique avec élimination de tout

l'iode contenu dans l'acide iodique. Dans le tube où le même mélange avait reçu deux gouttes d'acide prussique, il ne s'était encore produit aucune réaction après trois heures d'immersion dans l'eau bouillante.

» Je ne tardai pas à reconnaître que l'acide prussique exerçait la même influence sur le sucre de canne et sur l'acide oxalique. Ces corps cessent d'être oxydés par l'acide iodique, dès qu'on ajoute au mélange quelques traces d'acide prussique.

» Comme l'acide oxalique est brûlé par l'acide iodique à la température de l'atmosphère, j'ai cherché à prendre une idée de l'influence exercée par l'acide prussique, en disposant d'une manière comparative les deux expériences que voici : 1° 20 grammes d'acide iodique solide dissous dans une petite quantité d'eau, et 10 grammes d'acide oxalique ont été mélangés dans un petit ballon, avec 50 grammes d'eau. L'action n'a pas tardé à s'engager assez vivement; de l'iode s'est produit en grande abondance, et de l'acide carbonique s'est dégagé. 2° D'un autre côté, pareil mélange a été fait et a reçu dix gouttes d'acide prussique hydraté contenant au plus 15 pour 100 d'acide anhydre, et malgré cette proportion, presque homœopathique, acides iodique et oxalique sont depuis plusieurs jours en présence sans réagir aucunement.

» J'ai voulu voir si les cyanures doubles exerceraient la même influence que l'acide cyanhydrique, mais les cyanures jaune et rouge de fer et de potassium n'ont apporté aucun obstacle à la réaction. On sait que ces deux sels sont également supportés, à dose considérable, par l'économie animale. »

PHYSIQUE. — *Sur le moyen d'obtenir un courant constant avec la pile de Wollaston.* (Extrait d'une Lettre de M. **Desbordeaux** à M. *Flourens.*)

« De tous les appareils galvaniques, le moins dispendieux est l'ancienne pile de Wollaston à éléments de cuivre et de zinc, disposés de manière à ce que le cuivre entoure le zinc. Dans cette construction, l'auge qui renferme le liquide excitateur est séparée en autant de cellules qu'il y a de couples zinc et cuivre; et pour établir le courant ou en suspendre l'action, il suffit de les plonger dans cette auge ou de les en retirer. Mais excitée comme elle l'est ordinairement soit avec l'hydrochlorate de soude, soit avec l'acide sulfurique ou avec l'acide nitrique, elle présente l'inconvénient grave de ne point avoir un courant constant, et de ne pouvoir même fonctionner qu'autant que les éléments en sont fréquemment nettoyés. Aussi son usage est-il à peu près abandonné pour les opérations de la galvanoplastie.

» Peut-être n'est-il pas sans intérêt de faire connaître qu'on peut en obtenir un excellent service et en rendre le courant parfaitement constant, en l'excitant avec une solution suffisamment concentrée de sulfate de zinc à laquelle on ajoute un peu de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique. Ainsi disposée, cette pile marche avec la même intensité pendant plusieurs jours de suite, et non-seulement n'a pas besoin d'être nettoyée, mais plus elle sert, plus sa marche devient régulière, la solution de zinc se concentrant de plus en plus aux dépens des éléments qui la composent. Lorsque le courant commence à diminuer, il suffit d'ajouter de nouveau une petite quantité de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique. On peut ainsi user cette pile jusqu'à la fin sans renouveler le liquide excitateur. »

M. **Pierquin** annonce qu'il a trouvé sur une plante monoïque, le *Ricinus communis*, L., des *fleurs hermaphrodites*, et il en adresse plusieurs échantillons qu'il a détachés d'un même épi.

« En examinant ces fleurs, dit M. Pierquin, on verra que l'organe femelle est situé au centre des organes mâles, au point où se trouve habituellement le pistil. Comme c'est par suite d'une sorte d'avortement que les fleurs du ricin sont d'un seul sexe dans leur état normal, ne pourrait-on pas dire qu'une cause inconnue a empêché l'avortement dans les fleurs inférieures du ricin de mon jardin, fleurs qui ont ainsi conservé les organes des deux sexes? Mais on pourrait supposer aussi que, dans ces fleurs inférieures (les seules qui aient été hermaphrodites, et cela sur un pied), l'avortement s'est opéré comme à l'ordinaire, mais que des étamines se sont transformées en pistils. On connaît déjà plus d'un exemple de pareilles métamorphoses, et mon condisciple M. Moquin-Tandon en a réuni de fort remarquables dans ses *Éléments de Tératologie végétale.* »

M. **Champollion-Figeac** écrit de nouveau relativement au succès qu'obtient M. *Lavaud*, imprimeur-lithographe, à Périgueux, dans les *transports sur pierre* des manuscrits de toutes les époques. Depuis le moment où M. Champollion a fait à ce sujet une première communication à l'Académie, M. Lavaud a eu l'idée d'une nouvelle application qui paraît avoir de l'intérêt pour les voyageurs. Si l'on emploie un papier préparé pour décalquer avec le crayon ordinaire une inscription, un bas-relief, un monument dont l'image est reçue dans une chambre obscure, ce calque peut être ensuite reporté directement sur la pierre lithographique, M. Lavaud étant parvenu à donner aux traits du crayon le gras nécessaire pour que le transport se fasse avec facilité et d'une manière très-complète.

M. **Doin** écrit de Romorantin relativement aux *vaccinations* qu'il pratique depuis un grand nombre d'années dans le pays qu'il habite. Il suppose que ses persévérants efforts pour introduire la vaccine dans un pays où les préjugés et l'esprit de routine offraient de sérieux obstacles à son admission comme à celle de toutes les innovations, même les plus utiles, et que les recherches fructueuses qu'il a faites à une époque déjà ancienne pour retrouver le cow-pox naturel dans le but de régénérer le virus, pourraient paraître à l'Académie des titres suffisants pour qu'elle le fît participer aux récompenses que le legs Montyon fournit les moyens de distribuer chaque année.

Cette Lettre, qui est accompagnée de plusieurs certificats destinés à confirmer les assertions de l'auteur, est renvoyée à l'examen de la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie, après avoir entendu le Rapport des Sections de Géométrie et de Mécanique sur la présentation qu'elle doit faire pour la place d'examinateur de sortie vacante à l'École Polytechnique, procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un candidat.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 38,

M. Lamé obtient. . . . . 31 suffrages.

M. **Lamé** sera, en conséquence, présenté au choix de M. le Ministre de la Guerre, comme le candidat de l'Académie.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. F.

ERRATA.

(Séance du 22 juillet 1844.)

Page 214, ligne 12, *au lieu de* résulte la formule connue, *lisez* résulte de la formule connue.

Page 228, ligne 32, *ajoutez* aux noms des Commissaires chargés de faire le Rapport sur le Mémoire de M. *Vergnaud,* concernant les explosions des fabriques de poudre, le nom de M. *Despretz* omis à l'impression.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 4; in-4°.

Annuaire pour l'an 1844, présenté au Roi par le Bureau des Longitudes; 2e édition, augmentée de Notices scientifiques, par M. ARAGO.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; juillet 1844; in-8°.

Nouvelles suites à Buffon. — Histoire naturelle des Insectes aptères; par M. le baron WALCKENAER; tome IIIe : *Acères phrynéides, scorpionides, phalangides* et *acarides; Dicères épizoïques, Aphaniptères* et *Thysanoures; par* M. PAUL GERVAIS; 1 vol. in-8°, avec planches.

Institut royal de France. — Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. — Funérailles de M. FAURIEL. *Discours de* MM. GUIGNIAUT *et* V. LECLERC; in-4°.

Exposition anatomique de l'organisation du centre nerveux dans les quatre classes d'animaux vertébrés; par M. N. GUILLOT; 1 vol. in-4°.

Mémorial de l'officier du génie; n° 14; in-8°.

Des Substances alimentaires et des moyens d'en régler le choix et l'usage pour conserver la santé; par M. HÉBERT. Rouen, 1842; in-8°. (Concours Montyon.)

Mémoire descriptif et développement d'un Système proposé pour empêcher tout déraillement des Locomotives et des Voitures des chemins de fer; par M. GUÉRIN; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; juillet 1844; in-8°.

Le Mémorial. — Revue encyclopédique des Sciences; juin 1844; in-8°.

La Clinique vétérinaire, Journal de Médecine et de Chirurgie comparées; août 1844; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; juillet 1844; in-8°.

Bryologia europæa, seu genera Muscorum europæorum Monographia illustrata; auctoribus BRUCH *et* W.-P. SCHIMPER; fasciculi 16 à 22, cum Tabulis; in-4°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société géologique de Londres, session* 1843-1844, vol. IV, n° 97; in-8° avec planches pour l'intelligence des Mémoires analysés.

Magnetical... *Instructions sur l'usage des Instruments magnétiques portatifs construits pour les reconnaissances magnétiques et pour les observatoires de*

campagne, et sur l'usage des petits Instruments dont on se sert dans les observatoires fixes; par M. J.-B. Riddell. Londres, 1844; in-8°.

Descriptions of... *Descriptions d'Appareils et de procédés employés pour obtenir les Métaux des terres alcalines; par* M. R. Hare. (Extrait du VII[e] vol. des *Transactions de la Société philosophique américaine.*) Philadelphie, 1840; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. Schumacher; n° 510; in-4°.

Saggio... *Essai sur les résultats que l'on peut déduire des Tableaux de la Statistique médicale des Maremmes dressée par ordre de* S. A. R. le grand-duc de Toscane; *par* M. A. Salvagnoli-Marchetti. Florence, 1844; in-4°.

Giornale... *Journal italien de Botanique, publié par la Section de Botanique des Congrès scientifiques italiens, sous la direction de* M. Parlatore; tome I[er], fascicules 3 et 4, mars et avril 1844. Florence; in-8°.

Relazione... *Compte rendu des séances de l'Académie royale des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Modène, dans les années académiques* 1840-1841 *et* 1841-1842. Modène, 1843; in-8°. (2 feuilles d'impression.)

Gazette médicale de Paris; n° 30; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n[os] 86 à 88; in-fol.

L'Écho du Monde savant; n[os] 7 et 8.

L'Expérience; n° 369; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AOUT 1844.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Élie de Beaumont**, faisant les fonctions de Président, annonce la perte douloureuse que vient de faire l'Académie dans la personne de M. **d'Arcet**, membre de la Section de Chimie, décédé le 2 août 1844.

M. **Arago** annonce une autre perte que vient de faire tout récemment l'Académie, dans la personne d'un de ses associés étrangers, M. **Dalton**, décédé à Manchester, le 27 juillet 1844.

ASTRONOMIE. — *Mémoire sur l'application de la méthode logarithmique à la détermination des inégalités périodiques que présentent les mouvements des corps célestes; par* M. **Augustin Cauchy**.

« Dans l'une des dernières séances, j'ai proposé, pour le développement des fonctions en séries, une méthode nouvelle qui se fonde sur la considération des logarithmes, et que j'ai nommée pour cette raison la *méthode logarithmique*. Comme l'emploi de cette méthode offre surtout de grands avantages dans le calcul des perturbations que présentent les mouvements des planètes ou même les mouvements des comètes, j'ai cru qu'il serait

utile de montrer comment elle s'applique à ce calcul. Cette application, qui peut intéresser à la fois les géomètres et les astronomes, a été seulement indiquée dans une précédente Note. Elle sera l'objet du présent Mémoire.

» Les amis des sciences verront, je l'espère, avec satisfaction, la nouvelle méthode s'appliquer aussi facilement à la théorie du mouvement des comètes qu'à la théorie des mouvements planétaires.

§ Ier. — *Considérations générales.*

» Comme je l'ai rappelé dans le Mémoire du 22 juillet, le calcul des inégalités périodiques, produites dans le mouvement d'une planète m par l'action d'une autre planète m', suppose que l'on a développé la fonction perturbatrice, et spécialement la partie de cette fonction qui est réciproquement proportionnelle à la distance v des deux planètes, en une série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles trigonométriques dont les arguments sont l'anomalie moyenne T de la planète m, et l'anomalie moyenne T' de la planète m'. Le problème qu'il s'agit alors de résoudre consiste donc à développer $\frac{1}{v}$ suivant les puissances entières, positives, nulles et négatives des deux exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}}.$$

Soient effectivement $A_{n'}$ le coefficient de

$$e^{n'T'\sqrt{-1}}$$

dans le développement de $\frac{1}{v}$, et $A_{n,n'}$ le coefficient de

$$e^{nT\sqrt{-1}}$$

dans le développement de $A_{n'}$. On aura non-seulement

$$(1) \qquad \frac{1}{v} = \sum A_{n'} e^{n'T'\sqrt{-1}},$$

la somme qu'indique le signe $\sum$ s'étendant à toutes les valeurs entières, positives, nulles ou négatives de n', mais encore

$$(2) \qquad \frac{1}{v} = \sum A_{n,n'} e^{(nT+n'T')\sqrt{-1}},$$

la somme qu'indique le signe $\sum$ s'étendant à toutes les valeurs entières de n, n'; et, pour obtenir l'inégalité périodique correspondante à un argument donné, par exemple à l'argument

$$n'T' - nT,$$

n, n' étant deux nombres entiers donnés, il faudra rechercher les valeurs correspondantes des coefficients

$$A_{n,\,-n'}, \quad A_{-n,\,n'}$$

des exponentielles

$$e^{(nT - n'T')\sqrt{-1}}, \quad e^{(n'T' - nT)\sqrt{-1}}.$$

Soient d'ailleurs ψ, ψ' les anomalies excentriques des planètes m, m', et nommons $\mathcal{A}_{n'}$ le coefficient de l'exponentielle

$$e^{n'\psi'\sqrt{-1}}$$

dans le développement de $\frac{1}{v}$ suivant les puissances entières de l'exponentielle

$$e^{\psi'\sqrt{-1}}.$$

Une formule que j'ai rappelée dans le Mémoire sur la méthode logarithmique [*voir* la formule (5) de la page 63], et qui continue évidemment de subsister quand on passe de la planète m à la planète m', ramènera la recherche du coefficient $A_{n'}$ à la recherche du coefficient $\mathcal{A}_{n'}$. Il reste à montrer comment on peut déterminer la valeur du coefficient $\mathcal{A}_{n'}$ et développer cette valeur suivant les puissances entières de l'exponentielle

$$e^{T\sqrt{-1}}.$$

Cette détermination et ce développement seront l'objet des deux paragraphes suivants. Dans le dernier paragraphe, je ferai voir qu'en vertu d'une légère modification apportée à la marche du calcul, les formules obtenues deviennent applicables à la théorie du mouvement des comètes aussi bien qu'à la théorie des mouvements planétaires.

§ II. — *Développement du rapport de l'unité à la distance ι de deux planètes m et m', en une série ordonnée suivant les puissances entières de l'exponentielle trigonométrique dont l'argument est l'anomalie excentrique de la planète m'.*

» Soient toujours ψ, ψ' les anomalies excentriques des planètes m, m'; et ι leur distance mutuelle. La valeur générale de ι^2 sera de la forme

$$(1)\quad \begin{cases} \iota^2 = \mathrm{h} + \mathrm{k}\cos(\psi - \psi' - \alpha) - \mathrm{b}\cos(\psi - 6) - \mathrm{b}'\cos(\psi' - 6') \\ \qquad + \mathrm{c}\cos(\psi + \psi' - \gamma) + \mathrm{i}\cos 2\psi + \mathrm{i}'\cos 2\psi', \end{cases}$$

h, k, b, b′, c, i, i′ désignant des constantes positives, et α, 6, $6'$, γ des angles constants. Donc, en posant, pour abréger,

$$(2)\quad \begin{cases} \rho = \mathrm{h} + \mathrm{k}\cos(\psi - \psi' - \alpha) - \mathrm{b}\cos(\psi - 6) - \mathrm{b}'\cos(\psi' - 6') + \mathrm{c}\cos(\psi + \psi' - \gamma), \\ \varsigma = \mathrm{i}\cos 2\psi + \mathrm{i}'\cos 2\psi', \end{cases}$$

on aura

$$(3)\qquad \iota^2 = \rho + \varsigma.$$

On en conclura

$$(4)\qquad \frac{1}{\iota} = \rho^{-\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\rho^{-\frac{3}{2}}\varsigma + \frac{1.3}{2.4}\rho^{-\frac{5}{2}}\varsigma^2 + \ldots;$$

et, comme ς sera généralement très-petit par rapport à ρ, on pourra réduire la série comprise dans le second membre de la formule (4) à un petit nombre de termes. D'ailleurs, les développements de ς, ς^2,..., suivant les puissances entières de $e^{\psi'\sqrt{-1}}$, se déduiront très-aisément de la formule

$$\varsigma = \mathrm{i}\cos 2\psi + \mathrm{i}'\cos 2\psi'.$$

Donc, la recherche du développement de $\frac{1}{\iota}$ suivant les mêmes puissances, et en particulier la recherche du coefficient $\mathcal{A}_{n'}$ correspondant à la puissance du degré n', c'est-à-dire à l'exponentielle

$$e^{n'\psi'\sqrt{-1}},$$

se trouvera réduite à la recherche des développements de $\rho^{-\frac{1}{2}}$, $\rho^{-\frac{3}{2}}$,.... Or,

l étant un nombre entier peu considérable, on développera aisément

$$\rho^{-l-\frac{1}{2}}$$

suivant les puissances entières de l'exponentielle

$$e^{\psi'\sqrt{-1}},$$

à l'aide des formules que nous avons déjà rappelées, et en opérant comme il suit.

» La valeur de ρ, déterminée par la première des équations (2), peut être réduite à la forme

$$(5) \qquad \rho = \mathrm{H} + \mathrm{K} \cos(\psi' - \omega),$$

H, K, ω désignant trois quantités indépendantes de l'angle ψ; et, pour effectuer cette réduction, il suffit de poser

$$(6) \qquad \mathrm{H} = \mathrm{h} - \mathrm{b} \cos(\psi - 6),$$

$$(7) \qquad \mathrm{K} = \mathrm{k}\, v^{\frac{1}{2}} w^{\frac{1}{2}}, \qquad e^{\omega\sqrt{-1}} = \left(\frac{w}{v}\right)^{\frac{1}{2}} e^{(\psi-\alpha)\sqrt{-1}},$$

les valeurs de v, w étant fournies par les équations

$$(8) \qquad \begin{cases} v = 1 - \dfrac{\mathrm{b}'}{\mathrm{k}} e^{(\psi-\alpha-6')\sqrt{-1}} + \dfrac{\mathrm{c}}{\mathrm{k}} e^{(2\psi-\alpha-\gamma)\sqrt{-1}}, \\ w = 1 - \dfrac{\mathrm{b}'}{\mathrm{k}} e^{-(\psi-\alpha-6')\sqrt{-1}} + \dfrac{\mathrm{c}}{\mathrm{k}} e^{-(2\psi-\alpha-\gamma)\sqrt{-1}}. \end{cases}$$

En vertu de ces diverses formules, H et K^2 seront des fonctions entières des deux quantités variables $\sin\psi$, $\cos\psi$, la fonction H étant du premier degré par rapport à chacune de ces deux quantités, et la fonction K^2 du second degré. Si d'ailleurs on pose

$$(9) \qquad a = \operatorname{tang}\left(\tfrac{1}{2} \operatorname{arc} \sin \frac{\mathrm{b}}{\mathrm{h}}\right),$$

on en conclura

$$\frac{\mathrm{h}}{\mathrm{b}} = \frac{1}{2}\left(a + \frac{1}{a}\right),$$

et par suite l'équation (6) pourra être réduite à

$$\text{(10)} \qquad H = \frac{\mathfrak{b}}{2\mathfrak{a}} u,$$

la valeur de u étant

$$\text{(11)} \qquad u = 1 - 2\mathfrak{a} \cos(\psi - \mathfrak{S}) + \mathfrak{a}^2.$$

Ajoutons que les valeurs de v, w fournies par les équations (8) peuvent elles-mêmes être présentées sous les formes

$$\text{(12)} \qquad \begin{cases} v = \left(1 - \mathfrak{b}e^{(\psi-\mu)\sqrt{-1}}\right)\left(1 - \mathfrak{c}e^{(\psi-\nu)\sqrt{-1}}\right), \\ w = \left(1 - \mathfrak{b}e^{-(\psi-\mu)\sqrt{-1}}\right)\left(1 - \mathfrak{c}e^{-(\psi-\nu)\sqrt{-1}}\right), \end{cases}$$

$\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$ désignant des constantes positives, et μ, ν des angles constants.

» Posons maintenant

$$\text{(13)} \qquad \upsilon = \frac{K}{H},$$

et

$$\text{(14)} \qquad \theta = \operatorname{tang}\left(\tfrac{1}{2} \arcsin \upsilon\right).$$

On aura par suite

$$\upsilon = \tfrac{1}{2}\left(\theta + \frac{1}{\theta}\right).$$

Donc la formule (5) donnera

$$\text{(15)} \qquad \rho = \frac{K}{2\theta}[1 + 2\theta \cos(\psi' - \omega) + \theta^2],$$

et l'on en conclura

$$\text{(16)} \qquad \rho^{-l-\frac{1}{2}} = \left(\frac{2\theta}{K}\right)^{l+\frac{1}{2}} [1 + 2\theta \cos(\psi' - \omega) + \theta^2]^{-l-\frac{1}{2}}.$$

Cela posé, concevons que l'on développe les deux expressions

$$(1 - 2\theta \cos\psi' + \theta^2)^{-l-\frac{1}{2}}, \quad \rho^{-l-\frac{1}{2}}$$

en séries ordonnées suivant les puissances entières de l'exponentielle

$$e^{\psi'\sqrt{-1}}.$$

θ sera le module commun des deux séries ; et, si l'on nomme

$$\Theta_{l,n'}, \quad \vartheta_{l,n'}$$

les coefficients de l'exponentielle

$$e^{n'\psi'\sqrt{-1}}$$

dans les deux développements, on aura

$$(17) \qquad \vartheta_{l,n'} = (-1)^{n'} \left(\frac{2\theta}{K}\right)^{l+\frac{1}{2}} \Theta_{l,n'} e^{-n'\omega\sqrt{-1}}.$$

Si d'ailleurs on pose, pour abréger,

$$[l]_n = \frac{l(l+1)\ldots(l+n-1)}{1.2\ldots n},$$

et

$$\lambda = \frac{\theta^2}{1-\theta^2},$$

on trouvera non-seulement

$$(18)\ \Theta_{l,n'} = [l+\tfrac{1}{2}]_{n'}\theta^{n'}\left(1 + \frac{1}{2}\frac{2n'+2l+1}{2n'+2}\theta^2 + \frac{1.3}{2.4}\frac{2n'+2l+1}{2n'+2}\frac{2n'+2l+3}{2n'+4}\theta^4 + \ldots\right),$$

mais encore

$$(19) \qquad \Theta_{l,n'} = [l+\tfrac{1}{2}]_{n'} \mathrm{I}_{l,n'} \frac{\theta^{n'}}{(1-\theta^2)^{l+\frac{1}{2}}},$$

la valeur de $\mathrm{I}_{l,n'}$ étant

$$(20)\ \mathrm{I}_{l,n'} = 1 + \frac{2l+1}{2}\frac{2l-1}{2n'+2}\lambda + \frac{(2l+1)(2l+3)}{2.4}\frac{(2l-1)(2l-3)}{(2n'+2)(2n'+4)}\lambda^2 + \text{etc.}$$

Ajoutons que, si, dans la formule (17), on substitue à la place de K et de l'exponentielle $e^{\omega\sqrt{-1}}$ leurs valeurs, tirées des formules (7), on trouvera

$$(21) \qquad \vartheta_{l,n'} = (-1)^{n'} \left(\frac{2\theta}{k v^{\frac{1}{2}} w^{\frac{1}{2}}}\right)^{l+\frac{1}{2}} \Theta_{l,n'} \left(\frac{v}{w}\right)^{\frac{1}{2}n'} e^{-n'(\psi-\alpha)\sqrt{-1}}.$$

» Comme la valeur de $\Theta_{l,n'}$, fournie par l'équation (18), se compose de termes proportionnels à diverses puissances de θ, savoir, à

$$\theta^{n'},\quad \theta^{n'+1},\ldots,$$

il est clair qu'en vertu des formules (18) et (20), la valeur de $\mathfrak{B}_{l,n'}$ se composera de termes proportionnels à ces mêmes puissances, multipliées par le produit

$$\left(\frac{\theta}{v^{\frac{1}{2}}w^{\frac{1}{2}}}\right)^{l+\frac{1}{2}}\left(\frac{v}{w}\right)^{\frac{1}{2}n'}e^{-n'\psi\sqrt{-1}}.$$

Donc, pour développer $\mathfrak{B}_{l,n'}$ en une série ordonnée suivant les puissances entières de l'exponentielle $e^{\psi\sqrt{-1}}$, il suffira de développer en séries de cette espèce le produit

$$\theta^{n'+l+\frac{1}{2}}v^{\frac{1}{2}(n'-l-\frac{1}{2})}w^{-\frac{1}{2}(n'+l+\frac{1}{2})}, \tag{22}$$

et ceux dans lesquels il se transforme quand on remplace successivement le nombre n' par chacun des nombres $n'+1$, $n'+2$,.... Or, si l'on veut appliquer à ce dernier problème la méthode logarithmique, la question sera réduite au calcul des développements des logarithmes népériens de v, w et θ. D'ailleurs, les développements des logarithmes de v et w se déduiront immédiatement des équations (12) jointes à la formule

$$\mathrm{l}(1-x) = -\left(x+\frac{x^2}{2}+\frac{x^3}{3}+\ldots\right), \tag{23}$$

dans laquelle la lettre l indique un logarithme népérien. Donc, la question pourra être ramenée à la formation du développement de $\mathrm{l}(\theta)$, suivant les puissances entières de l'exponentielle

$$e^{\psi\sqrt{-1}}.$$

» Considérons, en particulier, le cas où l'on se propose de calculer des perturbations correspondantes à des puissances élevées des exponentielles qui ont pour arguments les anomalies moyennes des deux planètes m, m'. Alors, le nombre n' devenant considérable, les termes qui suivent le premier, dans le second membre de la formule (20), deviennent très-petits; et il est avantageux de remplacer la formule (18) par la formule (19), jointe à l'équation (20),

dont le second membre peut être, sans erreur sensible, réduit à un petit nombre de termes. D'ailleurs, on tire des formules (17) et (19)

$$(24)\qquad \mathfrak{B}_{l,n'} = (-1)^{n'}[l+\tfrac{1}{2}]_{n'}\mathrm{I}_{l,n'}\frac{\theta^{n'}}{\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\theta}-\theta\right)\mathrm{K}\right\}^{l+\frac{1}{2}}}e^{-n'\omega\sqrt{-1}}.$$

Il y a plus : comme la formule (14) donne

$$\theta = \frac{1-\sqrt{1-\upsilon^2}}{\upsilon}, \qquad \frac{1}{\theta} = \frac{1+\sqrt{1-\upsilon^2}}{\upsilon},$$

on en conclut

$$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\theta}-\theta\right) = \frac{\sqrt{1-\upsilon^2}}{\upsilon} = \frac{\sqrt{\mathrm{H}^2-\mathrm{K}^2}}{\mathrm{K}}.$$

Donc l'équation (24) peut être réduite à

$$(25)\qquad \mathfrak{B}_{l,n'} = (-1)^{n'}[l+\tfrac{1}{2}]_{n'}\mathrm{I}_{l,n'}(\mathrm{H}^2-\mathrm{K}^2)^{-\frac{1}{2}(l+\frac{1}{2})}\theta^{n'}e^{-n\omega\sqrt{-1}},$$

ou, ce qui revient au même, en vertu de la seconde des formules (7), à

$$(26)\qquad \mathfrak{B}_{l,n'} = (-1)^{n'}[l+\tfrac{1}{2}]_{n'}\mathrm{I}_{l,n'}(\mathrm{H}^2-\mathrm{K}^2)^{-\frac{1}{2}(l+\frac{1}{2})}\left(\frac{\rho}{\varpi}\right)^{\frac{1}{2}n'}\theta^{n'}e^{-n'(\psi-\alpha)\sqrt{-1}}.$$

Donc, pour développer $\mathfrak{B}_{l,n'}$ en une série ordonnée suivant les puissances entières de l'exponentielle

$$e^{\psi\sqrt{-1}},$$

il suffira de développer en séries de cette espèce le produit

$$\mathrm{I}_{l,n'}(\mathrm{H}^2-\mathrm{K}^2)^{-\frac{1}{2}(l+\frac{1}{2})}\left(\frac{\rho}{\varpi}\right)^{\frac{1}{2}n'}\theta^{n'},$$

par conséquent le produit

$$(27)\qquad (\mathrm{H}^2-\mathrm{K}^2)^{-\frac{1}{2}(l+\frac{1}{2})}\left(\frac{\rho}{\varpi}\right)^{\frac{1}{2}n'}\theta^{n'},$$

et ce même produit successivement multiplié par les premières puissances entières de λ. Or, si l'on veut appliquer à ce dernier problème la méthode logarithmique, la question sera réduite au calcul des logarithmes népériens

des développements de

$$v,\ w,\ \theta,\ H^2 - K^2,\quad \text{et } \lambda.$$

D'ailleurs, comme on l'a déjà remarqué, les développements de $l(v)$, $l(w)$ se déduisent immédiatement des formules (12) et (23). D'autre part, $H^2 - K^2$ est une fonction entière, et du quatrième degré, de $\cos\psi$, $\sin\psi$, qui offre une valeur toujours positive, et qui, pour ce motif, peut être égalée au produit d'une constante par deux facteurs V, W semblables à ceux dont les formules (12) fournissent les valeurs. On pourra donc encore, à l'aide de la formule (23), développer aisément

$$l(H^2 - K^2)$$

en une série ordonnée suivant les puissances entières de l'exponentielle

$$e^{\psi\sqrt{-1}},$$

et il ne restera plus qu'à développer en séries du même genre $l(\theta)$ et $l(\lambda)$. Enfin, comme des deux formules

$$\lambda = \frac{\frac{1}{2}\theta^2}{1-\theta^2},\qquad \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\theta} - \theta\right) = \frac{\sqrt{H^2-K^2}}{K}$$

on tirera

$$\lambda = \frac{\frac{1}{2}\theta K}{\sqrt{H^2-K^2}} = \frac{1}{2}\theta k\frac{v^{\frac{1}{2}}w^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{H^2-K^2}},$$

on en conclura

$$l(\lambda) = l(\tfrac{1}{2}k) + l(\theta) + \tfrac{1}{2}[l(v) + l(w) - l(H^2 - K^2)],$$

et par conséquent la recherche du développement de $l(\lambda)$ se trouvera immédiatement ramenée à la recherche du développement de $l(\theta)$.

» Donc, en résumé, dans l'application de la méthode logarithmique au développement du coefficient $\mathcal{B}_{l,n'}$, et par suite au développement du coefficient $\mathcal{A}_{n'}$, suivant les puissances entières de $e^{\psi\sqrt{-1}}$, la principale difficulté consiste à développer le logarithme népérien du module θ.

» Nous allons maintenant nous occuper de résoudre le dernier problème.

§ III. — *Développement du logarithme népérien du module θ suivant les puissances entières de l'exponentielle trigonométrique dont l'argument est l'anomalie excentrique de la planète m.*

» Le module θ est, comme on l'a vu dans le paragraphe précédent, déter-

miné par le système des deux équations

$$(1)\qquad \theta = \text{tang}\left(\tfrac{1}{2}\arcsin\upsilon\right), \qquad \upsilon = \frac{K}{H},$$

H, K^2 étant deux fonctions entières des quantités variables $\sin\psi$, $\cos\psi$, et ces deux fonctions étant, par rapport aux quantités dont il s'agit, la première du premier degré, la seconde du second degré. Or, comme on a généralement

$$d\,\text{l}\,\text{tang}\frac{x}{2} = \frac{dx}{\sin x}, \quad \text{et} \quad d\arcsin x = \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}},$$

on tirera des formules (1)

$$D_\psi \text{l}(\theta) = \frac{D_\psi \upsilon}{\upsilon\sqrt{1-\upsilon^2}},$$

et par suite

$$(2)\qquad D_\psi \text{l}(\theta) = \frac{U}{K^2\sqrt{H^2-K^2}},$$

la valeur de U étant

$$(3)\qquad U = HKD_\psi K - K^2 D_\psi H.$$

De plus, comme la première des formules (7) du § II donne

$$(4)\qquad K^2 = k^2 vw,$$

les valeurs de v, w étant fournies par les équations (12) du même paragraphe, la formule (2) pourra être réduite à

$$(5)\qquad D_\psi \text{l}(\theta) = \frac{1}{vw\sqrt{H^2-K^2}}\frac{U}{k^2}.$$

D'ailleurs, en vertu de la formule (3), U et $\frac{U}{k^2}$ seront deux fonctions de $\sin\psi$, $\cos\psi$, entières et du troisième degré; par conséquent, deux fonctions entières et du troisième degré, de chacune des exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{-\psi\sqrt{-1}}.$$

Donc, pour développer $D_\psi \text{l}(\theta)$ en une série ordonnée suivant les puissances

entières de l'exponentielle $e^{\psi\sqrt{-1}}$, il suffira de développer en une semblable série le rapport

$$(6) \qquad \frac{1}{vw\sqrt{H^2 - K^2}}.$$

Or, on y parviendra aisément en suivant la méthode logarithmique, puisque le logarithme de ce rapport sera égal et de signe contraire à la somme

$$l(v) + l(w) + \tfrac{1}{2} l(H^2 - K^2),$$

dont chaque terme pourra être facilement développé, ainsi que nous l'avons déjà reconnu, en une série ordonnée suivant les puissances entières de $e^{\psi\sqrt{-1}}$.

§ IV. — *Des développements ordonnés suivant les puissances des exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments les anomalies moyennes de deux planètes.*

» Les principes exposés dans les paragraphes précédents fournissent immédiatement le développement de la fonction perturbatrice, et spécialement de la partie de cette fonction qui est réciproquement proportionnelle à la distance v de deux planètes m, m' en une série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments les anomalies excentriques ψ, ψ' de ces deux planètes. Mais le calcul des inégalités périodiques exige que les développements soient effectués suivant les puissances entières des anomalies moyennes T, T'. Voyons comment il est possible de substituer ces dernières anomalies aux deux premières.

» Nommons toujours $\mathcal{A}_{n'}$ le coefficient de l'exponentielle

$$e^{n'\psi'\sqrt{-1}},$$

dans le développement de $\frac{1}{v}$ en une série ordonnée suivant les puissances entières de $e^{\psi'\sqrt{-1}}$. $\mathcal{A}_{n'}$ se composera de diverses parties dont chacune, comme on l'a vu, pourra être facilement déterminée à l'aide de la méthode logarithmique. Soit

$$F(\psi)$$

une de ces parties, considérée comme fonction de l'angle ψ. $F(\psi)$ sera un produit de facteurs simples dont les logarithmes népériens seront immédiatement développables en séries ordonnées suivant les puissances entières de

l'exponentielle

$$e^{\psi\sqrt{-1}},$$

et la somme des développements ainsi formés fournira précisément le développement correspondant du logarithme népérien de la fonction $F(\psi)$. Concevons maintenant qu'il s'agisse de développer $F(\psi)$ suivant les puissances entières, non plus de l'exponentielle

$$e^{\psi\sqrt{-1}},$$

mais de l'exponentielle

$$e^{T\sqrt{-1}};$$

et cherchons en particulier, dans ce nouveau développement, le coefficient de la puissance du degré n, c'est-à-dire le coefficient de

$$e^{nT\sqrt{-1}},$$

n désignant une quantité entière positive ou négative. Le coefficient cherché sera

$$(1)\qquad \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} F(\psi)\, e^{-nT\sqrt{-1}}\, dT.$$

Mais, en nommant ε l'excentricité de l'orbite décrite par la planète m, on a

$$(2)\qquad T = \psi - \varepsilon \sin\psi.$$

Donc l'expression (17) pourra être réduite à celle-ci :

$$(3)\qquad \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}(1-\varepsilon\cos\psi)\, F(\psi)\, e^{-n\psi\sqrt{-1}}\; e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}\, d\psi.$$

Donc le coefficient

$$e^{nT\sqrt{-1}},$$

dans le développement de la fonction

$$F(\psi),$$

suivant les puissances entières de

$$e^{T\sqrt{-1}},$$

sera en même temps le coefficient de

$$e^{n\psi\sqrt{-1}}$$

dans le développement du produit

$$(4)\qquad (1-\varepsilon\cos\psi)\, e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}\, F(\psi)$$

suivant les puissances entières de

$$e^{\psi\sqrt{-1}}.$$

Donc, pour obtenir ce même coefficient à l'aide de la méthode logarithmique, il suffira de développer suivant les puissances entières de $e^{\psi\sqrt{-1}}$ le logarithme népérien du produit (4), et par conséquent le logarithme népérien de ses divers facteurs. Or, par hypothèse, on connaît déjà le développement du logarithme népérien de la fonction $F(\psi)$, et le logarithme népérien de l'exponentielle

$$e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}$$

est tout simplement

$$n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1} = \frac{n\varepsilon}{2} e^{\psi\sqrt{-1}} - \frac{n\varepsilon}{2} e^{-\psi\sqrt{-1}}.$$

Il ne restera donc plus à développer, suivant les puissances entières de $e^{\psi\sqrt{-1}}$, que le logarithme népérien du facteur

$$1 - \varepsilon\cos\psi.$$

On y parviendra très-aisément, en posant

$$(5)\qquad \eta = \operatorname{tang}\left(\tfrac{1}{2}\operatorname{arc}\sin\varepsilon\right).$$

En effet, on tirera de la formule (5)

$$\frac{1}{2}\left(\eta + \frac{1}{\eta}\right) = \frac{1}{\varepsilon},$$

par conséquent

(6) $$1 - \varepsilon\cos\psi = \frac{\varepsilon}{2\eta}(1 - 2\eta\cos\psi + \eta^2),$$

ou, ce qui revient au même,

(7) $$1 - \varepsilon\cos\psi = \frac{\varepsilon}{2\eta}\left(1 - \eta e^{\psi\sqrt{-1}}\right)\left(1 - \eta e^{-\psi\sqrt{-1}}\right);$$

et il est clair que le développement cherché du logarithme népérien de $1 - \varepsilon\cos\psi$ se déduira immédiatement de l'équation (7), jointe à la formule (23) du § II.

» En résumé, à l'aide des formules que nous avons établies, on calculera aisément le coefficient de l'exponentielle

$$e^{nT\sqrt{-1}},$$

ou bien encore de l'exponentielle

$$e^{-nT\sqrt{-1}}$$

dans le développement de la fonction $\mathcal{A}_{n'}$. On calculera de la même manière les coefficients de la même exponentielle dans les développements des fonctions

$$\mathcal{A}_{n'-1},\ \mathcal{A}_{n'-2},\ \ldots,\ \mathcal{A}_{n'+1},\ \mathcal{A}_{n'+2},\ \ldots;$$

et pour déduire de ces divers coefficients celui qui leur correspond dans le développement de la fonction $A_{n'}$, il suffira d'observer que ce dernier se trouve nécessairement lié aux autres par une équation linéaire, semblable à celle qui lie entre elles les fonctions elles-mêmes, c'est-à-dire semblable à l'équation (5) de la page 63 (*voir* le *Compte rendu* de la séance du 8 juillet dernier).

§ V. — *Remarque sur les formules obtenues dans les paragraphes précédents.*

» Soient a, a' les demi-grands axes des orbites décrites par les astres m, m', et nommons ε, ε' les excentricités de ces mêmes orbites. Les valeurs de i, i', dans le second nombre de l'équation (1) du § II, seront

(1) $$\mathrm{i} = \frac{a^2\varepsilon^2}{2},\quad \mathrm{i}' = \frac{a'^2\varepsilon'^2}{2}.$$

Or, ces valeurs étant généralement très-petites dans la théorie des planètes, il est clair que, dans cette théorie, la valeur de ς déterminée par la formule

$$(2) \qquad \varsigma = \mathrm{i}\cos 2\psi + \mathrm{i}'\cos 2\psi'$$

est très-petite elle-même, comparée à la valeur de ρ que l'on peut supposer déterminée par l'équation

$$(3) \qquad \rho = \iota^2 - \varsigma.$$

Donc alors la valeur de $\frac{1}{\iota}$ déterminée par la formule

$$(4) \qquad \frac{1}{\iota} = \rho^{-\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\rho^{-\frac{3}{2}}\varsigma + \frac{1.3}{2.4}\rho^{-\frac{5}{2}}\varsigma^2 + \ldots$$

se trouve représentée par la somme d'une série très-convergente. Il n'en est plus de même lorsque m, cessant d'être une planète, devient une comète, et alors des deux quantités i, i', la première, i, cesse d'être très-petite. Mais, dans ce dernier cas, et même dans tous les cas possibles, on peut, en conservant sans altération les formules (3) et (4), substituer à l'équation (2) l'équation plus simple

$$(5) \qquad \varsigma = \mathrm{i}'\cos 2\psi'.$$

Alors toutes les formules que nous avons précédemment obtenues, et les conséquences que nous en avons déduites, continuent de subsister. Seulement les fonctions entières de $\sin\psi$, $\cos\psi$, représentées par

$$\mathrm{H} \quad \text{et} \quad \mathrm{H}^2 - \mathrm{K}^2,$$

sont, la première, du second degré; la seconde, du quatrième degré; ce qui n'empêche pas ces mêmes fonctions d'être décomposables en facteurs linéaires. Cette remarque très-simple permet évidemment d'appliquer la méthode logarithmique au calcul des inégalités périodiques qu'éprouvent les mouvements, non-seulement des grandes et des petites planètes, mais encore les mouvements des comètes elles-mêmes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la volubilité des tiges de certains végétaux et sur la cause de ce phénomène; par* M. Dutrochet.

« Les tiges des végétaux volubiles enveloppent de leurs spires les arbres ou les autres appuis qui leur servent de supports, en s'enroulant sur eux dans la progression ascendante de leur accroissement. Cet enroulement s'opère ou de droite à gauche ou de gauche à droite, suivant les espèces végétales. Pour se faire une idée précise de ces deux modes d'enroulement spiralé, l'observateur doit se supposer au centre de la spirale formée par le végétal volubile. Cette spirale sera dirigée de droite à gauche si l'observateur, censé servir de support, voit, en idée, la tige spiralée du végétal volubile passer sur le devant de sa poitrine en montant de sa droite vers sa gauche. Si, au contraire, la tige spiralée est censée passer sur le devant de la poitrine de l'observateur en montant de sa gauche vers sa droite, la spirale sera de gauche à droite.

» Lorsque j'eus découvert que les sommets des tiges du *Pisum sativum*, que les sommets des filets préhenseurs de plusieurs plantes grimpantes offraient un mouvement révolutif spontané, dirigé tantôt de droite à gauche, tantôt de gauche à droite (1), j'entrevis que la force intérieure et vitale à laquelle était dû ce mouvement révolutif était aussi l'agent de l'enroulement spiralé des tiges des végétaux volubiles. Cependant il y a une différence très-remarquable entre ces deux phénomènes. Le mouvement révolutif est très-marqué dans la tige du *Pisum sativum*, et cependant cette tige n'est point volubile; elle ne conserve aucune des inflexions qu'elle subit tour à tour dans son mouvement révolutif, qui dure pendant plusieurs jours en diminuant graduellement de vitesse. Lorsque ce mouvement a cessé dans un mérithalle vieilli, ce mérithalle demeure droit. Dans les filets préhenseurs de la bryone ou du concombre, le mouvement révolutif n'existe que dans les premiers temps. Ces filets ne conservent aucune courbure permanente qui soit la suite de ce mouvement passager. Au contraire, l'enroulement spiralé de ces filets est permanent du moment qu'il est opéré. Il n'est point susceptible de s'effacer, de se changer en une autre courbure, comme cela a lieu relativement aux inflexions prises par ces mêmes filets dans leur mouvement révolutif. De même, dans les tiges volubiles, la force qui produit l'enroulement spiralé, agissant à mesure qu'elles s'accroissent en longueur, leur donne, de prime

(1) *Voyez* les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 6 novembre 1843.

abord, la courbure spiralée qu'elles ne quitteront point. Ainsi, dans le mouvement révolutif, on observe un état passager des courbures successives qui opèrent la révolution, laquelle a lieu dans une courbe fermée, tandis que dans le mouvement d'enroulement spiralé, on observe un état permanent des courbures qui opèrent ce mouvement.

» Les filets préhenseurs de certains végétaux offrent successivement le premier et le second de ces phénomènes. Les tiges des végétaux volubiles semblent n'offrir que le second; mais le premier n'y existerait-il pas aussi, quoiqu'il n'ait pas encore été aperçu? S'il y existait et que sa direction de droite à gauche ou de gauche à droite fût constamment la même que celle de la volubilité ou du mouvement d'enroulement spiralé, cela ne prouverait-il pas que ces deux mouvements dépendent de l'action de la même force intérieure et vitale dont l'action est révolutive? J'ai entrepris de faire les expériences propres à résoudre ce problème de physiologie végétale. Il s'agissait d'observer les sommets fort jeunes, et non encore enroulés en spirale, des tiges des plantes volubiles, afin de voir si le mouvement révolutif y existait; il fallait voir si ce mouvement révolutif, supposé qu'il existât, s'opérait constamment dans le même sens que celui de l'enroulement spiralé ou de la volubilité.

» Ces expériences seraient difficiles à faire en plein air, où l'influence d'une vive lumière est un obstacle à l'existence du mouvement révolutif, ainsi que je l'ai fait voir dans mon Mémoire cité plus haut, et où l'agitation de l'atmosphère troublerait souvent les mouvements du végétal. J'ai donc été dans la nécessité de les faire dans mon cabinet. Pour cela, je prenais seulement le sommet en pleine végétation des végétaux volubiles, et je mettais leur partie inférieure coupée tremper dans l'eau contenue dans un flacon en l'y assujettissant convenablement. Des indicateurs correspondaient aux extrémités de ces tiges, pour pouvoir observer leur déplacement.

» Avant d'exposer mes expériences, je dois rappeler ici quelques-uns des faits que j'ai fait connaître dans mes observations sur le mouvement révolutif chez le *Pisum sativum*.

» Le mouvement révolutif ne se montre que chez les deux mérithalles qui précèdent le dernier, c'est-à-dire chez ceux qui, sans être trop jeunes, le sont encore assez pour posséder une flexibilité et une vitalité suffisantes pour l'existence de ce phénomène. On ne l'observe pas encore chez les mérithalles trop jeunes; on cesse de l'observer chez les mérithalles trop vieux. Or, cet état de vieillesse arrive d'autant plus vite que la température est plus élevée. Plus un mérithalle vieillit, plus son mouvement révolutif est lent; ce mouvement est accéléré par l'élévation de la température, il est ralenti par son abaissement.

» Il résulte de ces faits que l'appréciation de la durée d'une révolution n'a de valeur qu'autant que cette durée est comparée à l'âge du mérithalle qui exécute ce mouvement, qu'autant que le degré de la température intervient dans l'appréciation de cette durée, qu'autant enfin que l'on peut déterminer quelle est l'influence qu'exerce, sur cette durée, la nature même du végétal. Or toutes ces observations comparées ne pouvaient point être faites dans les expériences que je vais exposer. Les végétaux coupés et trempant dans l'eau par leur base tronquée n'étaient point là dans leur état naturel; ils ne pouvaient donc point être les objets d'expériences exactes. La seule chose importante à observer dans cette circonstance, était l'existence et la direction du mouvement révolutif; peu importait la durée de la révolution. Cependant je n'ai pas négligé de noter cette durée.

» Voici le résumé de mes expériences, faites exclusivement sur les végétaux volubiles indigènes.

Liserons (*Convolvulus sepium*, *Convolvulus arvensis*, L.).

» Les tiges de ces deux plantes sont volubiles de droite à gauche; leur sommet m'a offert un mouvement révolutif dans le même sens. Chez le *Convolvulus sepium*, la durée de la révolution a été, dans deux expériences, de 15 heures et de 18 heures 30 minutes. Chez le *Convolvulus arvensis*, cette durée de la révolution a été de 9 heures et de 10 heures 15 minutes. Pendant ces expériences, faites simultanément, la température, dans mon cabinet, fut de 17 à 18 degrés centésimaux. Les tiges de ces deux plantes sont tordues sur elles-mêmes de droite à gauche, c'est-à-dire dans le même sens que celui de la volubilité, et que celui du mouvement révolutif.

Haricot (*Phaseolus vulgaris*, L.).

» La tige de cette plante est volubile de droite à gauche, elle est tordue sur elle-même dans le même sens. J'ai mis simultanément en expérience deux de ces tiges, par une température de 17°,50 à 18 degrés centésimaux. Ces tiges étaient très-faibles et ne pouvaient se soutenir droites; leur partie supérieure était fléchie vers la terre, et c'est dans le milieu de leur antépénultième mérithalle qu'existait la flexion. Or, c'est ce lieu de flexion qui était le siége principal des incurvations par lesquelles la partie supérieure et inclinée des deux tiges fut dirigée successivement vers tous les points de l'horizon. Ce mouvement révolutif s'opéra de droite à gauche, même sens que celui de la volubilité et que celui de la torsion de la tige sur elle-même. Dans l'une de ces tiges, la première révolution s'accomplit en 5 heures 30 minutes, et la

seconde en 8 heures 30 minutes. Dans l'autre tige, la première révolution s'opéra en 11 heures 15 minutes, et la seconde en 13 heures.

Cuscute (*Cuscuta europæa*, L.).

» Les tiges filiformes de cette plante parasite sont volubiles de droite à gauche; mais comme cette volubilité n'est pas très-prononcée, on ne l'observe pas souvent. Pour voir si les sommets des tiges de cette plante offraient un mouvement révolutif, j'ai coupé une tige de luzerne (*Medicago sativa*), sur laquelle elle vivait en parasite, et je l'ai mise tremper, par sa base, dans un flacon plein d'eau. La cuscute a continué de vivre et de se développer. De cette manière j'ai pu observer le mouvement révolutif des sommets libres des tiges filiformes de cette plante, mouvement que j'ai vu affecter la direction de droite à gauche. Dans quatre expériences faites simultanément par une température de + 17 degrés centésimaux, j'ai vu les révolutions s'accomplir en 1 heure 15 minutes, en 1 heure 35 minutes, en 1 heure 40 minutes, et enfin, en 2 heures. Ces tiges filiformes ne sont point sensiblement tordues sur elles-mêmes.

Houblon (*Humulus lupulus*, L.).

» La tige du houblon est volubile de gauche à droite, et tordue sur elle-même dans le même sens. J'ai mis en expérience deux sommités de tige de cette plante en pleine végétation, et cela par une température de + 18 degrés centésimaux. J'ai observé le mouvement révolutif opéré par l'action du pénultième mérithalle; sa direction est de gauche à droite, direction semblable à celle de la volubilité et à celle de la torsion de la tige. La durée des révolutions a été très-inégale dans ses diverses périodes. Ainsi, dans l'une des tiges, la première demi-révolution s'étant accomplie en 5 heures 30 minutes, la seconde demi-révolution ne s'accomplit qu'en 17 heures 30 minutes, ce qui fit 23 heures pour la révolution entière. Dans l'autre tige, la première demi-révolution s'opéra en 5 heures, tandis que la seconde demi-révolution ne fut effectuée qu'en 15 heures, ce qui fit 20 heures pour la révolution entière. Cette différence extraordinaire provient, à mon avis, de ce que, au commencement de l'expérience, la plante possédait encore son énergie vitale naturelle, tandis qu'au bout de quelques heures, cette énergie se trouvait déjà altérée par le fait de la position anormale de la plante; il n'y eut point de révolution subséquente.

Renouée des buissons (*Polygonum dumetorum*, L.).

» La tige de cette plante est volubile de gauche à droite, et légèrement

tordue sur elle-même dans le même sens. J'ai mis en expérience simultanément et par une température de + 17 à 18 degrés centésimaux, trois sommets de tige de cette plante ayant chacun quatre mérithalles. J'observai le mouvement révolutif de gauche à droite, c'est-à-dire dans le même sens que celui de la volubilité et que celui de la torsion de la tige sur elle-même. Les révolutions s'accomplirent en 3 heures 10 minutes, en 5 heures 20 minutes, et en 7 heures 15 minutes.

Chèvrefeuille des bois (*Lonicera perclymenum*, L.).

» La tige du chèvrefeuille est volubile de gauche à droite, et elle est tordue sur elle-même dans le même sens. J'ai mis trois de ces tiges en expérience; elles avaient chacune trois mérithalles. Les pénultièmes, longs de 5 à 6 centimètres, furent les siéges de l'action qui opéra le mouvement révolutif, lequel fut de gauche à droite, sens qui se trouva ainsi le même que celui de la volubilité et que celui de la torsion de la tige. Les révolutions, dans ces trois tiges, s'accomplirent en 3 heures 15 minutes, en 4 heures 20 minutes, et en 5 heures 30 minutes.

Tamme (*Tamus communis*, L.).

» La tige du *Tamus communis* est volubile de gauche à droite, elle est tordue sur elle-même dans le même sens. Par une température de + 18 degrés centésimaux, j'ai mis en expérience une sommité de tige contenant trois mérithalles; elle m'offrit le mouvement révolutif dirigé de gauche à droite, sens le même que celui de la volubilité et que celui de la torsion de la tige sur elle-même. La révolution s'accomplit en 9 heures 20 minutes. Cette révolution fut exclusivement due à l'action du pénultième mérithalle, lequel était long de 4 centimètres. Le dernier mérithalle, long seulement de 1 centimètre, n'offrait point encore ce mouvement.

Morelle grimpante (*Solanum dulcamara*, L.).

» La tige de la morelle grimpante est faiblement volubile, aussi ne la trouve-t-on pas toujours dans cet état. Sa volubilité se manifeste lorsque ses tiges naissantes et nombreuses se trouvent très-rapprochées; alors elles s'enroulent en spirale les unes sur les autres. On les voit de même s'enrouler en spirale sur les tiges verticales d'autres plantes, telles, par exemple, que des orties, avec lesquelles elles peuvent se trouver en contact de manière à ne point être gênées dans leur mouvement d'enroulement. Lorsqu'elles croissent parmi les rameaux diffus et serrés des arbustes, leur volubilité ne se manifeste point.

» Cette plante offre cela de tout particulier, qu'elle est volubile dans les deux sens opposés, c'est-à-dire de droite à gauche et de gauche à droite. J'ai trouvé à peu près, en nombre égal, des tiges de cette plante qui étaient volubiles dans ces deux sens. L'observation attentive de ce phénomène m'a conduit à la connaissance de sa cause.

» On sait que, chez un grand nombre de végétaux, les feuilles, dans leur insertion sur la tige, représentent une spirale, et souvent il arrive que, sur le même individu végétal, il y a des tiges qui offrent cette spirale dirigée de droite à gauche, et d'autres tiges chez lesquelles cette spirale est dirigée de gauche à droite. C'est à Bonnet (1) que l'on doit cette observation. Cette double direction de la spirale des feuilles est très-remarquable chez la morelle grimpante, car il y a chez elle à peu près autant de tiges ou de rameaux chez lesquels on observe la direction de droite à gauche de la spirale des feuilles, qu'il y en a chez lesquels existe la spirale inverse. Or, j'ai observé que ces deux directions inverses de la spirale des feuilles se trouvent en rapport avec les deux directions inverses de la volubilité qu'offrent les tiges de cette plante. Cela n'est pas toujours très-facile à constater, parce que les tiges volubiles sont toujours tordues sur elles-mêmes, ce qui fait que la direction naturelle de la spirale des feuilles ne peut plus se distinguer; mais, lorsqu'il n'y a qu'une partie, le milieu par exemple, d'une tige qui se soit trouvée à même de s'enrouler en spirale sur un support, on peut voir le sens de la spirale des feuilles au-dessus et au-dessous de cette partie enroulée. Lorsque les tiges de cette plante sont éloignées de tout support, elles n'offrent pas le moindre signe de disposition à la volubilité; elles ne sont alors jamais tordues sur elles-mêmes, et l'on distingue ainsi sans peine le sens de la spirale des feuilles.

» Après avoir constaté que le sens de la spirale des feuilles était le même que celui de la volubilité, chez la morelle grimpante, il s'agissait de rechercher si le mouvement révolutif du sommet des tiges existait chez cette plante, et si la direction de ce mouvement était semblable à la direction de la spirale des feuilles et de la volubilité. Pour faire cette expérience, j'ai pris deux tiges jeunes, en plein développement, et qui, s'étant développées à l'ombre, avaient un faible degré d'étiolement. Je savais, par mes expériences précédentes, qu'un commencement d'étiolement favorisait l'existence du mouvement révolutif. De ces deux tiges, qui, développées loin de tout support,

---

(1) *Recherches sur l'usage des feuilles.*

n'offraient aucun indice de volubilité ni de torsion sur elles-mêmes, l'une montrait la spirale des feuilles dirigée de droite à gauche, l'autre offrait cette spirale dirigée de gauche à droite. Je les mis en expérience dans mon cabinet, suivant ma méthode ordinaire. La température était, dans ce cabinet, fixée à + 19 degrés centésimaux. J'observai bientôt le mouvement révolutif; il fut inverse dans les deux tiges. Dans la tige dont les feuilles offraient la spirale de droite à gauche, le mouvement révolutif du sommet s'opéra également de droite à gauche, et la révolution s'accomplit en 4 heures 20 minutes. Dans la tige dont les feuilles offraient la spirale de gauche à droite, le mouvement révolutif du sommet s'opéra de gauche à droite, et la révolution s'accomplit en 3 heures 15 minutes. La courbe fermée, décrite par le sommet des tiges dans ces deux expériences, n'eut que 2 à 3 centimètres de diamètre.

» J'ai répété, deux autres fois, ces expériences par des températures de 19 et de 20 degrés; j'ai obtenu les mêmes résultats. Les ayant tentées de nouveau par une température de 16 à 17 degrés, je n'ai plus observé de mouvement révolutif.

» Je fais observer que, dans les cas où j'ai observé ce mouvement révolutif, ce n'a été que dans les huit ou neuf premières heures de l'expérience. Passé ce temps, les tiges demeurèrent immobiles; leur vitalité avait été altérée par la position anormale où elles se trouvaient placées.

Conclusions.

» Les résultats suivants se déduisent des expériences ci-dessus exposées.

» 1°. Le mouvement révolutif existe dans le sommet de toutes les tiges volubiles.

» 2°. Le sens de ce mouvement révolutif est constamment le même que celui de la volubilité de ces mêmes tiges.

» 3°. Le sens de la torsion de ces tiges volubiles sur elles-mêmes est le même que celui du mouvement révolutif de leurs sommets, et que celui de leur volubilité. Il existe, il est vrai, des exceptions relativement à ce dernier fait, mais ces exceptions, qui m'ont trompé autrefois, proviennent de ce que, chez une tige enroulée en spirale sur un support, les feuilles, en se portant toutes du côté le plus éclairé, produisent par ce mouvement, dans la tige qui les porte, une torsion qui est quelquefois en sens inverse de celui de sa torsion normale.

» 4°. Le sens de la spirale décrite sur les tiges par l'insertion des feuilles

est le même que celui du mouvement révolutif du sommet de ces mêmes tiges.

» De tout cela on est en droit de conclure que les phénomènes divers, 1° du mouvement révolutif du sommet des tiges; 2° de la volubilité ou de l'enroulement spiralé de ces tiges sur leurs supports; 3° de la torsion de ces tiges sur elles-mêmes; 4° de la disposition en spirale des feuilles sur les tiges; que tous ces phénomènes, dis-je, dépendent de la même cause, c'est-à-dire qu'ils sont produits par la même force intérieure et vitale dont l'action est révolutive autour de l'axe central de la tige.

» Mais par quel mécanisme cette force produit-elle ces divers phénomènes? Est-ce en imprimant directement du mouvement aux solides organiques, ou bien est-ce seulement sur les liquides organiques qu'elle exerce son action motrice, laquelle se communiquerait ensuite aux solides? C'est à cette dernière hypothèse que je suis conduit à m'arrêter par les considérations suivantes, puisées dans l'étude de l'organisation des végétaux volubiles. Ces végétaux présentent, dans leur développement en grosseur, un phénomène très-remarquable qui consiste en ceci, que leurs tiges, au côté extérieur de la spirale qu'elles décrivent en vertu de leur volubilité, s'accroissent plus en grosseur et en longueur qu'elles ne le font au côté intérieur de cette même spirale, ce qui atteste, dans le côté extérieur, une nutrition plus active que dans le côté intérieur (1). Ces faits de nutrition plus active, et par conséquent de plus grand développement au côté extérieur de la spirale formée par la tige qu'à son côté intérieur, donnent évidemment la cause immédiate de la flexion spiralée de cette tige; mais quelle est la cause de cette inégale nutrition? On peut admettre que le côté intérieur de la spirale formée par la tige étant appliqué sur le support cylindrique qu'elle embrasse, ce côté, soustrait aux influences atmosphériques et à l'action de la lumière, serait privé, en partie, de l'action des causes extérieures qui favorisent la nutrition. Mais la disposition à l'enroulement spiralé existait, dans la tige volubile, avant que cet enroulement existât. On voit même souvent cet enroulement spiralé s'opérer sans que la tige soit en contact avec aucun support, en sorte que tous ses côtés reçoivent alors également les influences du dehors. Ainsi j'ai vu souvent des tiges très-allongées de chèvrefeuille des jardins (*Lonicera caprifo-*

---

(1) Pour bien expliquer ici ma pensée, je dirai que si les spirales de la tige volubile étaient assez rapprochées les unes des autres pour se toucher, elles représenteraient un tube. Or, la surface extérieure de ce tube est ce que je nomme le côté extérieur de la spirale, et la surface intérieure de ce même tube est ce que je nomme le côté intérieur de la spirale.

lium, L.), qui n'étaient en contact avec aucun support, affecter cependant la forme spiralée, et cela par l'effet d'une plus forte nutrition de la tige au côté extérieur de la spirale qu'à son intérieur. On voit très-bien le même phénomène d'inégale nutrition dans les vrilles les plus grosses de la bryone (*Bryonia alba*, L.), vrilles dont les spirales, alternativement dirigées de droite à gauche et de gauche à droite, n'ont point de supports dans leur intérieur.

» D'où provient cette différence dans la nutrition des deux côtés extérieur et intérieur de la spirale qu'affectent les tiges des végétaux volubiles? L'excès de nutrition du côté extérieur de la spirale qu'affecte la tige, même lorsque le côté intérieur de cette spirale, est exempt de contact avec un support, ne prouve-t-il pas que les liquides nutritifs sont dirigés en spirale et avec excès par une force intérieure vers le côté qui prend le plus de développement, côté qui devient, par cela même, le côté extérieur de la spirale? Or, comme il vient d'être démontré que tous les phénomènes de spiralisation et de révolution qu'offrent les tiges des végétaux dépendent de la force intérieure et vitale dont l'action est révolutive autour de l'axe central de la tige, il en résulte que c'est cette force qui donne aux liquides nutritifs la direction spiralée en vertu de laquelle s'opère l'excès de nutrition du côté extérieur de la spirale qu'affecte la tige de toute plante volubile.

» Au reste, on ne peut nier que le contact des supports n'ait de l'influence pour déterminer les tiges volubiles à s'enrouler sur eux en spirale. C'est ainsi qu'on a vu plus haut que les tiges du *Solanum dulcamara*, lorsqu'elles viennent à toucher des supports, s'enroulent en spirale sur eux, tandis que lorsqu'elles croissent libres de tout contact, elles n'offrent pas le plus léger indice de volubilité. Le contact des supports agit très-probablement ici en interceptant localement l'influence des agents du dehors, ainsi que je l'ai dit plus haut, mais cela ne déterminerait pas l'enroulement d'une tige non volubile quelque grêle, quelque flexible qu'elle soit: il faut que la disposition à la volubilité existe. »

RAPPORTS.

HYDRAULIQUE. — *Rapport sur un barrage mobile inventé par* M. THENARD, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Dufrénoy, Arago rapporteur.)

« Tous les moyens de locomotion et de transport sont, depuis une quarantaine d'années, l'objet de recherches assidues et approfondies. Ajoutons que le succès a couronné presque constamment les efforts des ingénieurs.

» Ainsi, la question du tracé des routes a été définitivement soumise à des principes mathématiques. Des expériences nombreuses ont fait connaître le rapport du frottement à la pression, sur les divers terrains naturels ou artificiels formant en France la surface des principales routes. Les propriétés comparatives des véhicules à grandes ou à petites roues, à jantes larges ou étroites, sont maintenant nettes et définies. Des essais méthodiques, entrepris sur une assez grande échelle, éclaireront bientôt l'administration, touchant les meilleurs systèmes de pavage; on saura ce qu'il est permis d'attendre du bois substitué au grès; des cylindrages exécutés à l'aide des rouleaux compresseurs convenablement pondérés; de l'emploi de telle ou telle matière d'agglomération, suivant la nature des cailloux formant les chaussées d'empierrement, etc.

» Il faudrait un grand nombre de pages pour signaler ce qui a déjà été réalisé concernant les chemins de fer, et les améliorations qui sont en cours d'expériences.

» Cédant à des idées préconçues touchant les ondulations des liquides, cédant à la crainte de détruire les berges, personne n'exécutait jadis le halage sur les canaux, qu'au petit pas. Maintenant des *bateaux rapides* les parcourent avec la vitesse des chevaux de poste.

» Chaque jour la grande navigation à vapeur fait de nouveaux progrès; chaque jour apporte, en ce genre, des découvertes qui laissent bien loin derrière elles les améliorations prévues et même les espérances des esprits enthousiastes. Les ports les plus entourés d'écueils sont maintenant accessibles par tous les vents, par tous les états de la mer. Des remorqueurs y conduisent avec facilité, avec sûreté, de jour comme de nuit, les bâtiments de commerce et de guerre. Déjà certains *steamers* rivalisent en grandeur avec les immenses vaisseaux à trois ponts. Bientôt, peut-être, ils les surpasseront en puissance militaire.

» La navigation fluviale n'est pas non plus restée stationnaire : mille bateaux à vapeur, remarquables par leur commodité, par leur élégance, par la rapidité de leur marche, et principalement par de très-ingénieuses machines, sillonnent en tout sens les rivières des deux mondes.

» Que manque-t-il dans notre pays, pour assurer à cette navigation fluviale une supériorité décidée sur les autres moyens de locomotion et de transport? Une seule chose, peut-être : des rivières à niveau moins variable, des rivières qui, en été, en automne, offrent dans leur chenal une profondeur d'eau de plus d'un mètre.

» Des barrages peuvent conduire à ce résultat.

» Qui ne comprend, en effet, que si l'on établissait aujourd'hui, en face

d'Auteuil par exemple, de la rive droite à la rive gauche de la Seine, *un barrage continu*, haut de 2 mètres au-dessus du niveau de la rivière, l'eau ne commencerait à se déverser par-dessus la crête de ce barrage, qu'après avoir monté de 2 mètres, et que cet exhaussement se ferait sentir jusques dans Paris? Un barrage semblable exécuté entre le pont des Arts et le Pont-Neuf, élèverait notablement le niveau de la rivière jusqu'à Bercy, et ainsi de suite. En espaçant ces constructions d'une manière convenable, on aurait sur la rivière une série de nappes liquides échelonnées, où des bateaux d'un bon tirant d'eau pourraient naviguer même en temps de grande sécheresse. Le passage d'une nappe à la nappe immédiatement inférieure ou supérieure, le passage d'un échelon liquide à l'échelon voisin, se ferait commodément par l'intermédiaire d'écluses à sas.

» Les *barrages partiels*, ceux qui au lieu de s'étendre d'une rive à l'autre de la rivière n'embrasseraient qu'une partie de sa largeur, occasionneraient aussi, en amont, un exhaussement du niveau des eaux; mais l'effet serait moins considérable que sous l'action des barrages complets.

» Rendre les rivières navigables en tout temps, même à l'époque des grandes sécheresses, serait une chose assurément très-utile; mais il est bon de songer à la saison des crues; il faut se rappeler que l'effet inévitable des *barrages permanents*, complets ou partiels, est de rendre les débordements plus fréquents et plus désastreux. Sous ce rapport, les piles des ponts elles-mêmes sont quelquefois fort nuisibles.

» Voilà, en peu de mots, ce qui a conduit à l'idée des barrages susceptibles d'être facilement enlevés ou plongés au fond des eaux, des *barrages* appelés *mobiles*, destinés à rester en place pendant la sécheresse, et à disparaître au moment des crues.

» Le système de barrage que M. l'ingénieur en chef Thenard a soumis à l'approbation de l'Académie, appartient à la catégorie des barrages mobiles. Il a été déjà appliqué sur un des affluents de la Dordogne; sur une rivière, l'Isle, dont le débit est de 10 mètres cubes, seulement, par seconde, à l'étiage; de 85 mètres en eaux moyennes; de 242 mètres quand elle coule à pleins bords; de 500 à 600 mètres dans les plus fortes crues.

» Appelé par ses fonctions à diriger, à perfectionner la navigation d'une rivière si variable; n'ayant d'ailleurs à sa disposition que de faibles ressources, M. Thenard s'imposa ces deux conditions rigoureuses :

» Il faudra que l'abaissement et le relèvement du barrage s'opèrent en un petit nombre de minutes; un seul homme, le gardien de l'écluse, devra pouvoir faire la double opération sans courir aucun danger.

» Essayons de caractériser d'une manière générale la conception de M. l'ingénieur Thenard. Nous nous occuperons ensuite, s'il y a lieu, de la construction du barrage et des manœuvres; nous descendrons aux détails.

» Concevons, de nouveau, que la Seine soit barrée d'une rive à l'autre à l'aide d'une porte en bois verticale, de 2 mètres de haut, liée par des charnières en métal (par des gonds), à des longrines placées les unes à la suite des autres au fond de la rivière. Les longrines seront *fixées* au radier en maçonnerie dont il faut supposer que le fond de la Seine est recouvert.

» La porte, d'après la disposition des charnières, ne peut s'abattre que d'amont en aval. Pour la maintenir dans la position verticale, pour l'empêcher de céder à la pression, au choc de l'eau d'amont, il faudra évidemment la soutenir vers l'aval par des arcs-boutants, par des jambes-de-force prenant leur point d'appui sur le radier. On se fera une idée suffisante de ce que peuvent être ces arcs-boutants, en se rappelant le petit mécanisme dont les ébénistes font usage pour soutenir, sous des inclinaisons variées, certains miroirs de toilette et certains pupitres.

» Veut-on maintenant que le barrage disparaisse?

» Il suffira de soulever un tant soit peu les jambes-de-force, d'ôter leurs extrémités inférieures des entailles au fond desquelles elles arc-boutaient; aussitôt la pression du liquide fera tourner la porte, d'amont en aval, autour des charnières horizontales noyées, et la couchera sur le radier.

» De prime abord, rien de plus simple, de plus satisfaisant que la manœuvre qui vient d'être décrite; mais, cette première impression disparaît quand on réfléchit à l'obligation d'aller soulever, une à une, toutes les jambes-de-force. Est-ce en bateau qu'on ira faire l'opération? est-ce en amont? est-ce en aval? On ne peut songer à marcher sur l'épaisseur de la porte, puisqu'elle est recouverte par la nappe liquide qui se déverse d'amont en aval. De quelque manière qu'on envisage la question, on aperçoit difficulté et danger.

» En fait de difficultés, la principale consisterait à ramener *la porte couchée*, de la position horizontale à la position verticale; à vaincre, par les efforts d'un seul homme, l'action impulsive de l'eau sur *une si immense palette*. Il est vrai que, cette palette, on la pourrait fractionner, la diviser en un certain nombre de parties susceptibles d'être abaissées et relevées séparément. L'expédient serait assurément très-utile; mais où l'éclusier irait-il prendre ses points d'appui pour opérer tous les soulèvements partiels?

» Supposons que d'après la disposition des charnières, au lieu de se rabattre d'*amont en aval*, comme nous l'avons d'abord admis, la porte, continue ou fractionnée, ne puisse tourner à partir de la position verticale, ne

puisse tourner pour se coucher au fond de l'eau, que d'*aval en amont*. Les difficultés des manœuvres seront, pour la plupart, l'inverse de celles qui viennent de nous occuper.

» Dans le premier cas, la porte une fois couchée au fond de l'eau vers l'aval, y restait par l'effet de la seule impulsion de la masse liquide descendante. Dans le second cas, il faudrait l'y maintenir par un mécanisme, lors même qu'à raison de ses ferrures elle aurait une pesanteur spécifique un peu supérieure à celle de l'eau; sans ce mécanisme, le courant soulèverait la porte en la prenant par-dessous.

» La porte, susceptible de se rabattre d'*amont en aval*, ne se maintenait dans la verticale, ne résistait dans cette position à l'impulsion de l'eau descendante, qu'à l'aide des jambes-de-force dont il a été parlé. Rien de pareil ne serait nécessaire, quant à la porte qui se rabattrait d'*aval en amont*. Une fois amenée à la verticale, l'impulsion de l'eau tendrait à l'y maintenir, disons mieux, à la faire passer au delà. Cette tendance à dépasser la position verticale vers l'aval devrait même être combattue, soit à l'aide d'une disposition appropriée des charnières, soit, plus convenablement encore, avec une chaîne bifurquée attachée par deux de ses bouts à la porte, et par le troisième bout au radier, en amont.

» Après le soulèvement partiel des arcs-boutants, la première porte se rabattait d'elle-même; il ne fallait d'effort que pour la relever.

» La seconde porte, au contraire, se relèverait d'elle-même; un effort ne serait nécessaire que pour la rabattre contre l'action du courant.

» Ce sont ces propriétés, comparativement inverses, dont M. Thenard a tiré ingénieusement parti: c'est en composant son barrage des deux systèmes accouplés; c'est en plaçant sur deux lignes parallèles, à quelques centimètres de distance, les portes susceptibles de se rabattre seulement en aval, et les portes susceptibles de se rabattre seulement en amont, qu'il a vaincu des difficultés très-graves inhérentes à chaque système, pris isolément.

» La manœuvre du double système sera maintenant facile à décrire.

» Le barrage est entièrement effacé; le gardien de l'écluse, à l'arrivée d'une crue, a couché toutes les portes. La crue est passée; il faut relever les portes d'aval, celles qui, pendant les sécheresses, doivent exhausser le niveau de la rivière.

» Écartons le mécanisme qui fixe les portes d'amont au radier. Le courant les soulève et les amène à la position verticale, position qu'elles ne peuvent pas dépasser, soit à raison de leurs talons, soit parce que chacune d'elles est

retenue, comme nous l'avons déjà dit, par une chaîne bifurquée, alors tendue, dont deux des bouts sont fixés à la partie supérieure de la porte, et le troisième au radier.

» Quand cette première série de portes barre entièrement la rivière, les portes d'aval peuvent être soulevées une à une sans des tractions trop considérables, car de ce côté et à ce moment le courant est *momentanément* supprimé. Le gardien du barrage, *armé d'une gaffe,* exécute cette seconde opération en se transportant le long d'un pont de service qui couronne les sommités des portes d'amont. Au besoin, il s'aide d'un petit treuil mobile. Du haut de son pont léger, il s'assure que les jambes-de-force des portes d'aval sont convenablement placées, qu'elles arc-boutent par leurs extrémités inférieures, dans les repères du radier.

» Ceci fait, le moment est venu d'abattre les portes d'amont: elles ne devaient, en effet, servir qu'à rendre la manœuvre des portes d'aval exécutable, qu'à permettre à un seul homme de les soulever.

» Le gardien introduit l'eau par de petites ventelles, entre les deux séries de portes. Elle s'y trouve bientôt aussi élevée qu'en amont. Or, dans le liquide devenu à peu près stagnant, il doit suffire d'un effort médiocre pour faire tourner les portes d'amont autour de leurs charnières horizontales immergées, pour les précipiter d'aval en amont, de telle sorte qu'elles aillent frapper le fond du radier et s'y *loqueter*. Les chaînes de retenue dont nous avons parlé contribuent, pour beaucoup, à faciliter ce mouvement.

» On a pu légitimement se préoccuper des dangers que le gardien de l'écluse courrait, en allant et venant le long d'un pont de service reposant sur une série de portes qui, dans un certain moment, ne sont retenues, du côté d'amont, que par un courant d'eau d'une très-faible vitesse. Hâtons-nous donc de dire, qu'à mesure qu'une porte d'aval est soulevée et arc-boutée à l'aide de sa jambe-de-force, M. Thenard la fait lier par un long crochet à la porte correspondante d'amont, ce qui donne au système toute la stabilité désirable.

» Dans la description qu'on vient d'entendre, nous avons d'abord supposé le barrage rabattu; nous nous sommes occupés ensuite des moyens de le relever; il nous reste à dire, en détail, comment on revient de cette seconde position à la première.

» Les portes d'aval, nous l'avons déjà expliqué, s'abattent par l'action du courant quand les arcs-boutants sont relevés, ou même seulement quand leurs extrémités ne correspondent plus aux étroites saillies en fer sur lesquelles ils butaient.

» Voyons donc de quelle manière on peut donner à l'extrémité butante, le mouvement latéral qui la portera en dehors de la petite butée en fer.

» Chaque arc-boutant est monté à charnière sur sa porte; il peut ainsi être soulevé indéfiniment, et recevoir, de plus, *un léger mouvement giratoire latéral*. Ce mouvement giratoire, l'éclusier le donne à l'aide d'une sorte de crémaillère en fer, *glissant sur le radier*, un tant soit peu en amont des pieds des arcs-boutants, et pouvant, par l'intermédiaire d'une denture convenable, être manœuvrée du rivage. Les redans de la barre mobile que nous avons appelée une crémaillère, sont espacés de telle sorte qu'ils ne dévient les extrémités des arcs-boutants, qu'ils ne les font échapper aux saillies en fer, aux butées, que les uns après les autres: les portes s'abattent donc successivement.

» Chaque porte d'amont est retenue au fond de l'eau, à l'aide d'un loquet à ressort fixé à sa partie inférieure et s'accrochant à un mentonnet en fer, attaché invariablement à une des longrines liées au radier. Le *déloquetage* de ces portes s'effectue aussi par l'intermédiaire d'une barre de fer glissante, armée de redans et manœuvrée du rivage avec une manivelle et des roues dentées. Cette barre, en comprimant les ressorts qui tiennent les loquets en place, les décroche successivement, et chaque porte soulevée à son tour par le courant va prendre la position verticale.

» Pour bien apprécier le mérite de l'invention de M. Thenard, il faut, surtout, savoir avec quelle rapidité s'exécutent les manœuvres des deux séries de portes. Voici ce que nous trouvons, à ce sujet, dans un Rapport du mois de juillet 1841, rédigé par MM. Mesnager, Thenard, Vauthier et Kermaingant :

» A Coly-Lemelette, sur la rivière l'Isle, le barrage a 48 mètres de long, et les portes d'aval 80 centimètres de haut.

» Eh bien, 16 secondes suffirent pour abattre les portes d'aval, pour faire disparaître entièrement le barrage.

» En 20 secondes les portes d'amont furent relevées.

» Enfin, dans le court intervalle de 8 *minutes*, deux hommes abaissèrent les portes d'aval; relevèrent les portes d'amont après les avoir successivement déloquetées; redressèrent les portes d'aval, remirent tous les arcs-boutants en place, et recouchèrent les portes d'amont, ce qui constitue la série entière des opérations. »

» Ici, le radier se trouvait à sec après le relèvement des portes d'amont, et les portes d'aval furent redressées *à la main*, par deux hommes qui, partis des deux rives opposées de la rivière, allaient à la rencontre l'un de l'autre,

en marchant sur la maçonnerie du radier. Cette expérience ne fait donc pas connaître ce que la manœuvre complète destinée à relever le barrage peut exiger de temps, lorsque l'éclusier agit sur les portes d'aval avec son petit treuil, transporté successivement en divers points *du pont de service.* Les documents, remis à la Commission par M. Thenard, nous permettront de combler cette lacune.

» Le 9 juillet 1843, MM. Mesnager, Thenard, Spinasse, Silvestre et Vergne, tous ingénieurs des ponts et chaussées, constatèrent, au barrage mobile du Moulin-Neuf, sur la rivière l'Isle, que les sept portes d'aval, de $1^{m},7$ de haut et de $1^{m},2$ de large, étaient abattues en une demi-minute; que le relèvement des sept portes d'amont n'exigeait pas plus de temps; qu'un homme armé du petit treuil portatif et placé sur le pont de service, employait onze minutes à relever les sept portes d'aval et à établir les arcs-boutants; que le même homme, enfin, recouchait et loquetait les sept portes d'amont en huit minutes.

» Il nous serait facile de trouver dans d'autres procès-verbaux, des exemples de manœuvres encore plus rapides.

» L'Académie aura, sans doute, remarqué que les parties les plus délicates, dans le barrage mobile de M. Thenard, que les charnières des portes, les loquets à ressorts, les crémaillères glissantes, situées soit en amont, soit en aval, fonctionnent au fond de l'eau. On peut donc craindre que ces organes essentiels du nouveau barrage se couvrent de vase, de gravier; que souvent ils agissent difficilement; que même, dans certaines circonstances, on ne réussisse pas à faire glisser les crémaillères destinées à déloqueter les portes d'amont, et à pousser hors de leurs butées les extrémités des arcs-boutants des portes d'aval.

» Cette difficulté nous a paru très-grave. M. Thenard, à qui nous l'avons soumise, a répondu :

» Que les portes d'aval de son barrage ne sont jamais soulevées jusqu'à la verticale; qu'elles restent un peu inclinées; que les filets du courant qui vont les frapper, se relèvent le long des faces d'amont et entraînent avec eux le sable et même le gravier; que l'expérience a confirmé cette explication; que les chutes rapides de liquide qui s'opèrent au moment où la cloison du barrage disparaît, produisent des effets très-intenses; qu'elles entraînent même les grosses pierres, de telle sorte qu'il devient nécessaire de garantir le radier, en amont et en aval, contre les affouillements.

» M. Thenard a d'ailleurs adapté à ses portes d'aval de petites ventelles qui peuvent être manœuvrées à la main, et à l'aide desquelles il fait chasse à volonté dans la direction même des coulisses des arcs-boutants et des butées dont nous avons si souvent parlé.

» L'Académie vient d'entendre, quant aux portes d'aval, le résumé des observations de l'auteur du Mémoire. Des rapports que nous avons sous les yeux disent que les sables, les graviers, les herbes, les branchages n'ont jamais apporté d'obstacle sérieux à la manœuvre des portes d'amont. En pareille matière, les faits doivent évidemment tout primer; cependant, nous l'avouerons sans détour, nous eussions désiré trouver dans le barrage, soit des dispositions mécaniques propres à empêcher les corps étrangers d'aller gêner l'action des principaux organes mobiles, soit des moyens *directs* et d'un effet non douteux, d'enlever la vase, le sable, le gravier qui pourraient, dans certaines circonstances, envahir les charnières des portes, les loquets, les deux longues barres glissantes armées de mentonnets, les glissoirs et les butées des jambes-de-force, enfin les engrenages. C'est ici, théoriquement du moins, le côté un peu faible du système; c'est la seule objection qui nous ait vraiment préoccupés. Nous espérons qu'elle disparaîtra bientôt: nous en avons pour garant l'esprit inventif de M. l'ingénieur Thenard.

» Les barrages mobiles, essayés jusqu'ici, étaient plutôt des *expédients* que des mécanismes proprement dits. Personne ne pouvait les considérer comme des solutions définitives d'un des plus importants problèmes de la navigation fluviale. Il serait donc superflu de les comparer à l'invention de M. Thenard. Qui n'a d'ailleurs remarqué, par exemple, que les portes pleines du nouveau système procurent une retenue des eaux presque parfaite, tandis que la fermeture à l'aide d'aiguilles juxtaposées, adoptée jadis dans certaines écluses et appliquée plus en grand depuis quelques années, laisse filtrer d'immenses quantités de liquide; qui n'a songé encore, qu'en cas de crue subite, les portes de M. Thenard peuvent être abattues en peu de secondes, de jour *comme de nuit*, sans que l'éclusier coure aucun risque, tandis que l'enlèvement des aiguilles juxtaposées serait, dans certaines circonstances, une opération des plus dangereuses, et, ne saurait vraiment être exécutée avec sûreté que par d'habiles et vigoureux acrobates.

» Les chemins de fer ont déjà considérablement réduit, en Angleterre, le cabotage, les transports par les canaux et la navigation sur les rivières. Pareille chose arrivera probablement en France. Il semble donc que l'invention de M. Thenard vienne trop tard, qu'elle ne puisse avoir aujourd'hui qu'un intérêt médiocre.

» Cette opinion serait très-controversable, même au point de vue strict de la navigation fluviale; mais ne faut-il pas considérer que les barrages rendraient les irrigations faciles, dans d'immenses étendues du territoire au-

jourd'hui privées de ce bienfait? Doit-on oublier qu'à l'aide d'irrigations convenablement dirigées, il serait possible, presque partout, de doubler, de tripler les récoltes? que les produits agricoles sont les éléments les plus précieux, les plus constants, les plus assurés de la richesse nationale?

» L'exhaussement graduel du lit des rivières est une des calamités contre lesquelles les hommes ont vainement lutté jusqu'ici. Procéder par curage manuel, ce serait se jeter dans des dépenses sans terme. Les barrages mobiles sont un moyen d'opérer de fortes chasses, de les renouveler tant qu'on veut, de choisir les époques les plus favorables, et nous appelons ainsi les saisons, les mois, les semaines où les eaux sont limpides; ils paraissent donc appelés à jouer un rôle important dans la grande opération dont les affreuses inondations du Rhône et de la Saône n'ont que trop bien montré la nécessité et l'urgence.

Conclusions.

» Le barrage mobile imaginé par M. Thenard, offre, comme nous l'avons expliqué, des combinaisons nouvelles très-ingénieuses. Il a d'ailleurs fonctionné avec succès, pendant plusieurs années, sur divers points de la rivière l'Isle. La Commission n'hésite donc pas à proposer à l'Académie de lui accorder son approbation.

» Il nous paraît bien désirable que M. l'ingénieur Thenard soit mis en position d'essayer son système sur un de nos cours d'eau les plus larges. Ce vœu peut être justifié en quelques mots :

» Les barrages de l'Isle ont laissé plusieurs questions indécises.

» Personne, par exemple, ne connaît aujourd'hui la longueur maximum qu'il serait permis de donner aux crémaillères glissantes destinées à agir sur les portes d'amont et d'aval; personne n'oserait affirmer catégoriquement, que les plus vastes barrages pourraient, comme le croit l'auteur du Mémoire, être partagés en intervalles de 40 à 50 mètres, séparés par des piles fixes en maçonnerie, et présentant chacun un mécanisme indépendant; personne ne sait à quelle limite on devra fixer la plus grande hauteur des portes, et par conséquent des retenues, soit à raison des facilités de la manœuvre, soit afin d'éviter des chocs destructeurs au moment où les portes arrivent au terme de leurs mouvements; personne ne saurait dire d'avance quels seront les effets, sur tant de pièces submergées, des actions calorifiques, encore assez mal définies, qui donnent lieu dans les rivières à la production des *glaces de fond*, etc., etc.

» M. Thenard, mieux que tout autre ingénieur, pourra dissiper ces doutes.

Si de nouvelles expériences autorisaient à généraliser ce qui a si bien réussi sur l'Isle, d'immenses volumes d'eau que les nuages versent, en toute saison, sur les croupes dénudées des montagnes, n'iraient pas, comme aujourd'hui, se réunir aux flots de la mer, sans avoir, dans leur course, rien produit d'utile; le commerçant verrait ses marchandises circuler *régulièrement* jusqu'au centre du royaume; des chômages périodiques n'entraveraient plus ses opérations; le manufacturier trouverait dans des milliers de cascades artificielles, une force motrice puissante et économique; l'agriculteur, celui du Midi surtout, serait à jamais soustrait aux influences ruineuses des sécheresses; ses récoltes deviendraient plus abondantes, et, ce qui doit figurer peut-être en première ligne, elles varieraient beaucoup moins d'une année à l'autre, quelles que fussent d'ailleurs les perturbations udométriques que le cours des mêmes saisons présente dans nos climats.

» Avec une si brillante perspective devant les yeux, l'administration publique serait inexcusable, si elle ne se livrait point à des essais, même aventureux. Or, tel n'est pas, tant s'en faut, le caractère de l'expérience que la Commission appelle de tous ses vœux. On peut conjecturer, en effet, avec une grande probabilité, qu'à l'aide de quelques modifications, les barrages éprouvés avantageusement en divers points du cours de l'Isle, réussiraient également sur nos plus grandes rivières. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Note sur la formation des hydrogènes phosphorés; par* M. PAUL THENARD.

(Commission précédemment nommée.)

« Dans mon premier Mémoire, j'ai traité des causes de l'inflammabilité du gaz hydrogène phosphoré, j'ai montré qu'il devait cette propriété à une très-petite quantité de vapeur d'un phosphure d'hydrogène liquide spontanément inflammable, et facilement décomposable en hydrogène phosphoré gazeux, et en hydrure de phosphore solide.

» L'analyse des phosphures d'hydrogène et l'étude de leurs propriétés étant terminées, pour arriver à la théorie de leur formation, il me restait à examiner la nature et la composition du phosphure de chaux, dont j'ai toujours fait usage, ainsi que la production des produits très-variés qu'on obtient en traitant ce phosphure par l'eau ou par l'acide chlorhydrique.

» 1°. Si l'on fait passer, soit sur des boulettes, soit sur des plaques minces de chaux incandescente, de la vapeur de phosphore, on obtient une augmentation de poids toujours proportionnelle; la chaux ne se sature donc pas plus à la surface qu'au centre, et la combinaison qu'elle forme avec le phosphore est constante.

» 2°. En calculant l'augmentation de poids que prend la chaux après la saturation, en observant la quantité d'oxygène qui s'unit au phosphure de chaux pour le transformer en phosphate; enfin, en déterminant la nature de ce phosphate, on trouve, par trois méthodes différentes qui se contrôlent réciproquement, que le phosphure de chaux est une combinaison de 1 équivalent de phosphore avec 2 de chaux, $P Ca^2O^2$.

» 3°. Cette formule n'est que l'expression brute de la somme des éléments qui entrent dans le phosphure de chaux; il est certain, à priori, qu'ils sont autrement combinés.

» De savants chimistes ont adopté que le phosphure de chaux était une combinaison de phosphate et de phosphure de calcium; ils ont admis que la chaux, en s'unissant au phosphore, se décomposait en partie: l'oxygène se portait sur du phosphore pour faire de l'acide phosphorique, et, par suite, du phosphate de chaux, et le calcium se combinait avec une autre quantité de phosphore pour produire du phosphure de calcium. Ce fait était devenu certain après un Mémoire de M. Gay-Lussac sur la formation des phosphures et des sulfures alcalins; mais il y avait un point important sur lequel, peut-être, on n'avait pas assez insisté: la nature du phosphate, et surtout du phosphure, n'avait point été assez mise en évidence; seulement on avait admis en général, et par analogie, que le phosphate était neutre ou basique, et que le phosphure correspondait au gaz hydrogène phosphoré; cependant il était essentiel de déterminer exactement la composition du phosphure de calcium pour être éclairé sur le mode de formation des hydrogènes phosphorés; si on l'eût connue plus tôt, il est probable que la question de l'inflammabilité ne serait pas restée si longtemps dans le doute.

» C'est en me rendant un compte exact de l'action de l'acide chlorhydrique sur le phosphure de chaux que je suis arrivé à connaître la nature du phosphate et du phosphure de calcium qui le composent.

» 1°. En projetant peu à peu du phosphure de chaux dans l'acide chlorhydrique concentré, on dissout le phosphate de chaux existant, et l'on obtient, par la décomposition du phosphore de calcium, du gaz hydrogène phosphoré non spontanément inflammable, du phosphure d'hydrogène so-

lide, et du chlorure de calcium; quand la réaction est terminée, si l'on filtre la liqueur et si l'on y verse de l'ammoniaque, on en précipite tout l'acide phosphorique à l'état de phosphate de chaux des os, qu'il est facile de recueillir et de peser.

» Il est impossible, dans cette expérience, qu'en présence du phosphure d'hydrogène solide et sans production d'acide hypophosphoreux, il se forme de l'acide phosphorique; celui qu'on trouve préexiste donc dans le phosphure, il a pris naissance au moment de l'union de la chaux avec le phosphore.

» 2°. Cependant il était important de déterminer les quantités de phosphure d'hydrogène solide et gazeux qui se forment quand on traite le phosphure de chaux par l'acide chlorhydrique. J'ai donc repris l'expérience précédente; mais au lieu de filtrer la liqueur pour en séparer le phosphure d'hydrogène solide, je l'ai transformé en acide phosphorique, en ajoutant de l'acide nitrique; et, dès lors, saturant la dissolution d'ammoniaque, il s'est précipité précisément deux fois autant de phosphate des os que dans le premier cas; ce qui fait voir que 7 équivalents de phosphure de chaux contiennent 2 équivalents de phosphure à l'état d'acide phosphorique, et 5 à l'état de phosphure de calcium, et que ceux-ci, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, se partagent pour donner 1 équivalent de phosphure d'hydrogène solide et 3 de phosphure d'hydrogène gazeux, comme s'ils provenaient du dédoublement de 5 équivalents du phosphure d'hydrogène liquide.

» Mais, en appliquant les lois de la formation des phosphures alcalins, il est facile de voir que sur les 14 équivalents de chaux qui entrent dans 7 équivalents de phosphure de chaux, 10 sont décomposés; l'oxygène s'unit à 2 équivalents de phosphore pour faire l'acide phosphorique, et le calcium se combine avec le phosphore qui reste pour produire le phosphure de calcium.

» En sorte que le phosphure de chaux est un mélange à proportion définie de 2 équivalents de phosphate de chaux, et 5 équivalents de phosphure de calcium, tous deux correspondants au phosphure d'hydrogène liquide, et non pas au phosphure d'hydrogène gazeux :

$$2\,PO^5 4CaO + 5P\,Ca^2 = 7\,PCa^2O^2.$$

» Si l'on ajoute que le phosphure d'hydrogène solide, sous l'influence de l'eau et d'un alcali, se transforme à froid en hypophosphite, hydrogène phosphoré et hydrogène libre ; si l'on remarque que l'acide chlorhydrique trans-

forme subitement le phosphure liquide en gaz hydrogène phosphoré et en phosphure d'hydrogène solide, il sera facile alors d'expliquer les phénomènes variés que présente le phosphure de chaux dans son contact avec l'eau et l'acide chlorhydrique.

» 1°. L'eau et le phosphure de chaux produisent d'abord du phosphure d'hydrogène liquide et de la chaux, presque sans l'apparence d'hypophosphite : aussi la liqueur devient-elle très-alcaline ;

» 2°. Comme le phosphure d'hydrogène liquide est très-instable, surtout en présence de la chaux, il se transforme en gaz hydrogène phosphoré spontanément inflammable, et en phosphure d'hydrogène solide;

» 3°. A mesure que l'action se développe et que la quantité de chaux augmente, le gaz devient de moins en moins spontanément inflammable, et contient de plus en plus d'hydrogène, parce que le phosphure d'hydrogène solide disparaît sous l'influence de l'eau et de l'alcali ;

» 4°. Dès lors la liqueur, qui renfermait d'abord peu d'hypophosphite, en est très-chargée : on peut le recueillir en la filtrant et évaporant.

» Les phènomènes que présente le phosphure de chaux avec l'acide hydrochlorique s'expliquent avec autant de facilité; ce phosphure est-il projeté dans l'acide concentré, le phosphure d'hydrogène liquide est, partout où il se forme, décomposé tout à coup et transformé en gaz hydrogène phosphoré non spontanément inflammable, et en phosphure d'hydrogène solide qui se maintient, parce que le milieu est acide au lieu d'être alcalin ; alors il n'y a ni dégagement d'hydrogène libre ni formation d'hypophosphite.

» L'acide est-il très-étendu, alors le phosphure d'hydrogène liquide n'est plus décomposé aussi vite, et le gaz passe spontanément inflammable. En un mot, je ne crois pas trop m'avancer en disant que tous les phénomènes connus, du moins jusqu'à présent, peuvent recevoir une explication très-satisfaisante au moyen des observations qui précèdent ; qu'on la trouve tout entière dans la composition du phosphure de calcium, dans la formation et la décomposition spontanée du phosphure d'hydrogène liquide, et dans l'action des alcalis sur le phosphore d'hydrogène solide. »

CHIMIE. — *Sur les acides amidés, chloramidés, etc., et sur la chloranilamide; par* M. Aug. Laurent.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, il y a un an environ, une théorie sur les singulières combinaisons que forme l'ammoniaque anhydre

avec les acides, les chlorides, les bromides, les cyanides,... anhydres. Cette théorie a paru trop bizarre pour mériter d'être prise en considération; d'ailleurs, lorsque je l'ai émise, elle n'avait aucune preuve positive en sa faveur. Cependant je n'ai pas hésité à la publier, parce qu'elle groupait, d'une manière très-simple, une foule de combinaisons qui, jusqu'à ce jour, ont été mal définies, mal interprétées, et parce qu'elle était une conséquence nécessaire d'un système plus général que j'ai émis sur les combinaisons organiques.

» Aujourd'hui j'apporte des preuves irréfutables à l'appui de cette théorie nouvelle. Ces preuves paraîtront plus fortes si je dis qu'elles sont tirées de faits qui lui semblaient contraires; qu'à l'aide de cette théorie j'avais annoncé que ces faits étaient basés sur des analyses inexactes, en indiquant en même temps les corrections que ces analyses devraient subir pour qu'elles vinssent corroborer mes idées.

» Voici la loi qui préside à ces combinaisons :

» 1°. Toutes les fois que l'on met un anhydride (je désigne sous ce nom des composés que je ne considère pas comme des acides, et que l'on regarde ordinairement comme des acides anhydres oxydés, chlorés ou bromés,...), toutes les fois, dis-je, que l'on met un anhydride en contact avec l'ammoniaque, il y a toujours au moins 2 équivalents de ce gaz qui se combinent avec l'anhydride;

» 2°. Un de ces équivalents joue le même rôle que l'eau, c'est-à-dire que le premier équivalent d'ammoniaque forme un composé analogue aux véritables acides, dits hydratés, composé que je nommerai *acide amidé* ou *chloramidé*...;

» 3°. Le second équivalent d'ammoniaque se combine avec l'acide amidé pour former un sel d'ammonium analogue au chlorure, au nitrate, au sulfate,... d'ammonium;

» 4°. Deux, trois, quatre,... équivalents d'anhydride peuvent se réunir en un seul groupe qui se comporte avec l'ammoniaque comme un seul équivalent d'anhydride;

» 5°. Si l'anhydride absorbe plus de 2 équivalents d'ammoniaque, l'excès de celle-ci jouera le rôle de l'eau de cristallisation dans les sels, à moins que l'acide amidé qui se forme ne soit polybasique.

» Le tableau suivant permettra de saisir facilement cette théorie :

» Soit BO^3 et BCl^3 un anhydride oxydé ou chloré; représentons l'ammoniaque, jouant le rôle de l'eau, par HAd, analogue à HO; nous aurons d'abord avec un équivalent d'eau ou d'hydrure d'amide,

Acide anhydre.... $BO^3 + HO = BH, O^4$.... Acide hydraté.

Acide anhydre.... $BO^3 + HAd = BH, \left.\begin{matrix}O^3\\ Ad\end{matrix}\right\}$.. Acide amidé.

Chloride......... $BCl^3 + HAd = BH, \left.\begin{matrix}Cl^3\\ Ad\end{matrix}\right\}$.. Acide chloramidé.

Avec le deuxième équivalent d'ammoniaque, on aura

Acide hydraté.... $BH, O^4 + H^3Az = B(H^4Az) + O^4$.... Sel ordinaire d'ammonium.

Acide amidé..... $BH, \left.\begin{matrix}O^3\\ Ad\end{matrix}\right\} + H^3Az = B(H^4Az) + \left.\begin{matrix}O^3\\ Ad\end{matrix}\right\}$.. Sel amidé d'ammonium.

Acide chloramidé. $BH, \left.\begin{matrix}Cl^3\\ Ad\end{matrix}\right\} + H^3Az = B(H^4Az) + \left.\begin{matrix}Cl^3\\ Ad\end{matrix}\right\}$.. Sel chloramidé d'ammonium.

Avec un plus grand nombre d'équivalents d'eau ou d'ammoniaque, on aura

Sel ordinaire. . $B(H^4Az)O^4 + xHO$.... Sel ordinaire hydraté.

Sel ordinaire... $B(H^4Az)O^4 + xHAd$... Sel ordinaire amhydraté.

Sel amidé..... $B(H^4Az)\left.\begin{matrix}O^3\\ Ad\end{matrix}\right\} + xHAd$... Sel amidé amhydraté.

Sel chloramidé. $B(H^4Az)\left.\begin{matrix}Cl^3\\ Ad\end{matrix}\right\} + xHAd$... Sel chloramidé amhydraté.

» Si cette théorie est vraie, il faudra :

» 1°. Isoler quelques-uns de ces acides amidés ou chloramidés;

» 2°. Combiner quelques-uns de ces acides avec d'autres bases que l'ammoniaque;

» 3°. Faire voir que, dans les combinaisons à 2 équivalents d'ammoniaque, il y en a un qui y est sous une forme, l'autre sous une autre; ou, si l'on veut, que l'un de ces équivalents y est à l'état d'ammonium, tandis que l'autre y est à l'état d'amide.

» M. Erdmann, en traitant le chloranil par la potasse, a obtenu un sel que l'on peut représenter ainsi

$$C^{12}O^8Cl^2K^2 = C^{12}O^6Cl^2 + 2KO;$$

c'est le chloranilate de potasse dont on peut séparer l'acide chloranilique hydraté $= C^{12}O^6Cl^2 + 2HO$.

» Si, au lieu de traiter le chloranil par la potasse, on emploie l'ammoniaque, on obtient un composé que M. Erdmann a nommé chloranilammon (par analogie avec le sulfammon). Sa formule est

$$C^{12}O^{6}Cl^{2} + 2H^{3}Az\,;$$

elle représente une combinaison de 1 équivalent d'acide chloranilique anhydre avec 2 équivalents d'ammoniaque. M. Erdmann ne considère pas ce composé comme un sel d'ammonium. Lorsqu'on le traite par l'acide hydrochlorique, la moitié de l'ammoniaque est enlevée, et il reste du chloranilam

$$C^{12}O^{6}Cl^{2} + H^{3}Az,$$

qui est une combinaison de 1 équivalent d'acide anhydre avec 1 équivalent d'ammoniaque anhydre.

» Enfin, lorsque l'on verse du nitrate d'argent dans du chloranilam ou du chloranilammon, il se précipite un sel que l'on peut considérer comme du chloranilate d'argent $C^{12}O^{6}Cl^{2} + OAg$, mais qui cependant ne possède pas les propriétés des véritables chloranilates.

» Lorsque le Mémoire de M. Erdmann parut, j'ai dit que l'analyse du sel d'argent avait dû être mal faite, que l'on aurait dû y trouver de l'hydrogène et de l'azote, en un mot que sa composition devait être

$$C^{12}O^{6}Cl^{2}AzH^{2}Ag.$$

Je viens de reprendre le travail de M. Erdmann; j'ai trouvé ses analyses exactes, excepté celle que j'avais soupçonnée, et je suis arrivé précisément au résultat que j'avais prévu.

» J'ajouterai seulement qu'avec le sel d'argent j'ai régénéré le chloranilam, et qu'avec celui-ci et l'ammoniaque j'ai pu refaire immédiatement le chloranilammon.

» Il en résulte donc :

» 1°. Que le chloranilam est un acide chloramidé libre, formé par l'union de 1 équivalent d'acide anhydre avec 1 équivalent d'ammoniaque ;

» 2°. Que le chloranilammon est un sel d'ammonium formé par l'union de 1 équivalent d'acide anhydre avec 2 équivalents d'ammoniaque;

» 3°. Que le chloranilammon renferme un de ses équivalents d'ammoniaque à l'état d'ammonium, qui, avec le nitrate d'argent, donne du nitrate d'ammonium et du chloranilate amidé d'argent, et qui, avec l'acide hydrochlorique, forme du chlorure d'ammonium, tandis que le chloranilam ou l'acide *chloranilamique* est mis en liberté;

» 4°. Que le chloranilam est un acide capable de se combiner avec l'argent, le plomb, etc., et que l'hydrogène et l'azote qu'il renferme n'y sont pas à l'état d'ammoniaque, mais d'amide.

» Ces conclusions sont à l'abri de toute attaque, elles sont basées sur des faits et non sur des hypothèses.

» Maintenant il nous sera facile de déterminer la constitution d'un grand nombre de combinaisons bizarres que l'on rencontre à chaque pas dans la chimie, telles que le sulfammon de M. Rose, le sulfammon de M. Jacquelain, le sulfaméthane, le carbonate anhydre d'ammoniaque, la bisulfamide, l'uréthylane, l'oxaméthylane, l'acide oxamique, le sulfate de chlorure de soufre ammoniacal, l'or fulminant, l'hydrocyanate hydrosulfuré d'ammoniaque, les combinaisons des chlorides, bromides, cyanides, chlorocyanides,... avec l'ammoniaque, etc.

» Mais, avant de le faire, je crois devoir rappeler l'attention de l'Académie sur deux combinaisons analogues au chloranilam que j'ai découvertes en faisant agir l'ammoniaque sur l'isatine et la chlorisatine. Ces deux derniers composés peuvent être considérés comme les anhydrides des acides isatique et chlorisatique.

» Lorsqu'on les met en contact avec l'ammoniaque, ils se doublent pour former 1 équivalent d'anhydride qui absorbe 1 équivalent d'ammoniaque, et donnent ainsi naissance à un acide amidé et chloramidé, l'acide *isamique* et *chlorisamique*. Ces acides peuvent se combiner avec toutes les bases, ou avec un second équivalent d'ammoniaque pour former un sel d'ammonium.

» Ainsi voilà déjà trois acides libres formés par l'union d'anhydrides avec l'ammoniaque. Si l'on n'en connaît pas un plus grand nombre, c'est parce que jusqu'à ce jour personne n'a songé à les isoler, ou bien parce que l'on a mal interprété les résultats obtenus.

» Si l'on découvrait aujourd'hui l'acide oxalique anhydre, et si on le combinait avec l'ammoniaque anhydre, on ne manquerait pas de donner au nouveau composé le nom d'*oxammon*. Cet oxammon, traité par l'acide hydrochlorique, perdrait la moitié de son ammoniaque, et le résidu se nommerait *oxam*.

» Or ces deux composés, l'oxam et l'oxammon, existent, et si l'on n'en a pas méconnu la nature, c'est-à-dire si le premier a été considéré comme un acide et le second comme un sel d'ammonium, cela tient simplement à ce qu'on ne les a pas préparés directement avec l'acide oxalique et l'ammoniaque, mais par des moyens très-détournés qui ont masqué leur constitution.

» En effet, l'oxam n'est autre chose que l'acide oxamique de M. Balard,

correspondant au chloranilam (ou acide chloranilamique), tandis que l'oxammon est l'oxamate d'ammonium correspondant au chloranilammon.

» Le sulfammon de M. H. Rose correspond à l'isamate, à l'oxamate et au chloranilamate d'ammonium. Deux atomes d'acide sulfurique se groupent pour former 1 équivalent d'anhydride qui absorbe d'abord 1 équivalent d'ammoniaque pour donner naissance à un nouvel acide que l'on n'a pas cherché à isoler et que l'on pourrait nommer *acide sulfamique*. Celui-ci absorbe immédiatement un second équivalent d'ammoniaque pour former le sulfammon ou le sulfamate d'ammonium.

» Le sulfammon de M. Jacquelain est un autre sel d'ammonium, mais l'équivalent de son anhydride est formé par la condensation de 4 équivalents d'acide sulfurique.

» Enfin il paraît, d'après des recherches inédites et extrêmement intéressantes de M. Fremy, que 6 et même 8 équivalents d'acide sulfurique pourraient se condenser en un seul équivalent d'anhydride et former avec l'ammoniaque de nouveaux acides sulfamiques.

» Nous retrouvons l'acide sulfamique dans d'autres combinaisons.

» C'est évidemment lui qui forme le sulfaméthane.

» En effet, l'oxaméthane est, comme on le sait, une combinaison d'acide oxamique et de méthyle; le sulfaméthane, analogue à l'oxaméthane, doit être une combinaison d'acide sulfamique et de méthyle.

» L'acide carbonique forme aussi un acide amidé. Le carbonate anhydre d'ammoniaque ne peut pas renfermer de l'acide carbonique, puisqu'en le mettant en contact avec l'acide hydrochlorique gazeux, il ne se dégage pas d'acide carbonique. C'est un *carbamate* d'ammonium. Nous retrouverons cet acide carbamique dans l'uréthylane qui doit être un carbamate de méthyle.

» Il en est de même de l'or fulminant, qui n'est pas un aurammon ou un aurate d'ammoniaque, mais un *auramate* d'ammonium.

» On trouvera peut-être que je pousse l'analogie trop loin en étendant ma théorie à toutes ces combinaisons et à toutes celles que l'on obtient en faisant agir l'ammoniaque sur les chlorides, fluorides,... volatils; en effet, toutes ces combinaisons ont été si peu étudiées, qu'il paraît impossible de voir si ma théorie peut s'y appliquer. Cependant il y a deux faits principaux très-singuliers que l'on a constatés dans tous ces composés. M. Rose a remarqué avec étonnement que l'on ne pouvait plus démontrer la présence des anhydrides dans leur combinaison avec l'ammoniaque, et, de plus, que le chlorure de platine n'en séparait ordinairement qu'environ la moitié de l'ammoniaque

absorbée. Ces deux faits sont la conséquence de ma théorie. En effet, le sulfammon ne renferme pas de l'acide sulfurique, mais de l'acide *sulfamique*. L'oxammon ne renferme pas de l'acide oxalique, mais de l'acide *oxamique*, etc.; et, comme je l'ai fait voir plus haut, il n'y a qu'une partie de l'ammoniaque qui soit, dans ces composés, à l'état d'ammonium.

» Il est inutile de citer un plus grand nombre d'exemples. Les chimistes qui voudront faire des recherches dans cette direction trouveront facilement de nouveaux acides, et pourront doubler en peu de temps le nombre des sels connus.

» Une conclusion importante me paraît résulter forcément de la théorie que je viens d'exposer, c'est que les sels ne sont pas des combinaisons d'acides anhydres avec les oxydes, ou, si l'on veut, que les acides dits hydratés ne renferment pas d'eau. En effet, les acides chloramidés forment avec les oxydes des sels qui ne renferment pas d'oxygène, par conséquent pas d'oxydes; puisque les acides chloramidés ne renferment pas d'eau, il en sera de même pour les acides amidés, et par conséquent pour les acides hydratés. On pourrait répondre que les acides amidés renferment de l'hydrure d'amide au lieu d'hydrure d'oxygène ou d'eau, et que par conséquent les acides ordinaires contiennent de l'eau. Mais cette hypothèse serait contraire à l'expérience, qui démontre que les sels amidés ne renferment pas d'ammoniaque ou d'hydrure d'amide, puisque les acides, les bases ou le chlorure de platine ne peuvent pas déceler dans ces composés la présence de cette ammoniaque.

» Tous les acides hydratés et les hydracides anhydres sont simplement des combinaisons d'hydrogène, qui, mises en présence des oxydes, réduisent ceux-ci en formant de l'eau qui se dégage, tandis que le métal vient prendre la place de l'hydrogène enlevé.

» D'après cette définition, tous les sels à hydracide et à oxacide, les sels amidés et chloramidés, rentrent dans une même classe, et l'on n'est pas obligé pour cela de recourir à la théorie de Davy, qui encombre la science d'une quantité innombrable de corps hypothétiques. J'aurais d'autres raisons à faire valoir contre la présence de l'eau dans les acides, raisons tirées d'un autre ordre d'idées, des rapports numériques qu'offrent les atomes dans les acides anhydres et hydratés; mais elles m'éloigneraient trop du sujet principal de ce Mémoire. Je terminerai cet exposé en donnant les propriétés d'un corps très-intéressant qui vient combler une lacune de la série chloranilique, et qui rapproche celle-ci de la série oxalique; je veux parler de l'amide de l'acide chloranilique, ou la chloranilamide.

» On la prépare en versant de l'ammoniaque alcoolique sur le chloranil. Il se forme, sous l'influence d'une douce chaleur, une bouillie d'aiguilles fines, d'un rouge brun bronzé, dont voici la composition :

$$C^{12} O^4 Cl^2 H^4 Az^2.$$

L'équation suivante explique sa formation :

$$\underset{\text{Chloranil.}}{C^{12} O^4 Cl^4} + 4 H^3 Az = C^{12} O^4 Cl^2 H^4 Az^2 + 2 (Cl, H^4 Az).$$

» La chloranilamide est indécomposable par les acides ; la potasse la dissout à froid sans la décomposer ; par l'ébullition, il se forme du chloranilate potassique, et il se dégage de l'ammoniaque.

» Avec l'acide sulfurique, elle forme une dissolution rouge violacée : une goutte d'eau la fait passer au bleu, une plus grande quantité d'eau la ramène au rouge violacé, puis la chloranilamide se précipite sans altération.

» Si l'on réunissait dans un seul tableau toutes les formules qui ont été proposées pour le sulfammon, la sulfamide, l'oxaméthane, les chlorides ammoniacaux, etc., etc., on aurait l'image du chaos. Mais que l'on groupe ces corps d'après ma théorie, aussitôt les propriétés des corps se comprennent, leurs formules deviennent d'une simplicité remarquable, et entièrement semblables à celles des sulfates, des oxalates, etc. ; pour le prouver, je me contenterai d'établir un parallèle entre quatre ou cinq séries.

SÉRIE CARBONIQUE.		SÉRIE OXALIQUE.		SÉRIE CHLORANILIQUE.		SÉRIE ISATINIQUE.		SÉRIE CHLORISATINIQUE.	
rbon. anhydr..	$C^2, OO + O^2$	Ac. oxal. anh.	$C^4O^2, OO + O^2$	Ac. chloran. anh.	$C^{12}O^2Cl^2, OO + O^2$	Isatine	(*) $RO^2, OO + O^4$	Chlorisatine. .	(*) $R'O^2, OO + O^4$
loro-carb. anh.	$C^2, ClCl + O^2$			Chloranil.......	$C^{12}O^2Cl^2, ClCl + O^2$				
rb. sup. hydr..	$C^2, HH + O^6$	Ac. oxal. hyd.	$C^4O^2, HH + O^6$	Ac. chloran. hydr.	$C^{12}O^2Cl^2, HH + O^6$	Ac. isatique.	$RH^2, HH + O^{12}$	Ac. chlorisat..	$R'H^2, HH + O^{11}$
nate d'ammon..	$C^2, AmAm + O^6$	Oxal. d'amm.	$C^3O^2, AmAm + O^6$	Chloran. d'amm .	$C^{12}O^2Cl^2, AmAm + O^6$	Isatate d'am.	$RH^2, AmAm + O^{12}$	Chloris. d'am .	$R'H^2, AmAm + O^{12}$
loro-carb. hydr.	$C^2, ClH + O^4$								
o-carb. d'éthyle.	$C^2, ClE + O^4$								
arbamique....	$C^2, AdH + O^4$	Ac. oxamiq.	$C^4O^2, AdH + O^4$	Ac. chloranilam .	$C^{12}O^2Cl^2, AdH + O^4$	Ac. isam. (4).	$RO^2, AdH + O^6$	Ac. chlorisam.	$R'O^2, AdH + O^6$
mate d'am. (1)	$C^2, AdAm + O^4$	Oxam. d'am.	$C^4O^2, AdAm + O^4$	Chloranilamate..	$C^{12}O^2Cl^2, AdAm + O^4$	Isam. d'amm.	$RO^2, AdAm + O^6$	Chloris. d'am.	$R'O^2, AdAm + O^6$
m. d'éthyle (2).	$C^2, AdEt + O^4$	Oxam. d'éth.	$C^4O^2, AdEt + O^4$						
amide. (3)......	$C^2, AdAd + O^2$	Oxamide....	$C^4O^2, AdAd + O^2$	Chloranilamide..	$C^{12}O^2Cl^2, AdAd + O^2$	Isamide (5)..	$RO^2, AdAd + O^4$	Chlorisamide..	$R'O^2, AdAd + O^4$

SÉRIE SULFO-CARBONIQUE.		SÉRIE SULFAMIDO-CARBONIQUE.		SÉRIE SULFURIQUE.	
le carbonique...	$C^2, SS + S^2$	Sulf. carb. (7)	$C^2, AdS + S^2$	Ac. sulfur. anhyd.	$S^2O^2, OO + O^2$
up. hydrosulfur.	$C^2, HH + S^6$			Ac. sulfur. hydr..	$S^2O^2, HH + O^6$
-carb. d'ammon.	$C^2, AmAm + S^6$			Sulfate d'ammon.	$S^2O^2, AmAm + O^6$
ulfo-carbam. (6).	$C^2, AdH + S^4$	Ac. sup. libr.	$C^2, AdH + \genfrac{}{}{0pt}{}{S^8}{Ad}$	Ac. sulfamique. .	$S^2O^2, AdH + O^4$
-carbamate (6)..	$C^2, AdAm + S^4$	Sel d'am. (8).	$C^2, AdAm + \genfrac{}{}{0pt}{}{S^8}{Ad}$	Sulfamate d'amm.	$S^2O^2, AdAm + O^4$
				Sulf. de méth. (9).	$S^2O^2, AdMe + O^4$
o-carbamide.....	$C^2, AdAd + S^2$			Sulfamide (6)....	$S^2O^2, AdAd + O^2$

(1) Carbonate anhydre d'ammoniaque. (2) Uréthylane. (3) Inconnue. (4) Acide imasatique ou rubindénique. (5) Amasatine. (6) Inconnu. (7) Acide hydro-cyanique hydro-sulfuré. (8) Hydro-cyanate hydro-sulfuré d'ammoniaque (Zeize). (9) Sulfaméthylane.

(*) $R = C^{32}H^{10}Az$. (*) $R' = C^{32}H^9ClAz$.

M. Coulvier-Gravier lit une nouvelle Note sur les *étoiles filantes considérées comme pouvant indiquer d'avance, par leurs changements de directions, les variations atmosphériques.*

L'auteur dépose en même temps un cahier des *observations météorologiques* qu'il a faites à Paris du 1er juin au 27 juillet de cette année, observations qui se lient avec le sujet habituel de ses recherches.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Études de photométrie électrique; par* M. A. Masson. Deuxième Mémoire.

(Commission précédemment nommée.)

« Dans ce travail, je me suis proposé de déterminer une des constantes de la formule par laquelle j'ai représenté la loi du développement de la lumière électrique; j'ai essayé d'établir le rapport existant entre les quantités de lumière et de chaleur développées par un même courant électrique.

» Mesurant enfin, par une nouvelle méthode, la sensibilité de l'œil, je crois être parvenu à établir quelques principes nécessaires dans les recherches photométriques.

» Dans mon premier Mémoire, j'ai donné, pour l'expression mathématique du développement de la lumière par les décharges électriques, la formule

$$I = k[1 + m(x - 1)]^2 \frac{s}{y^2 E}.$$

I intensité de la lumière;

k constante dépendant de la nature du circuit et de la substance du condensateur;

s surface du condensateur;

E son épaisseur;

m une constante;

y distance de l'étincelle au photomètre;

x distance d'explosion.

» De nouvelles expériences, entièrement d'accord avec les premières,

ont établi que m étant égale à l'unité, l'intensité des lumières instantanées, comme celle des autres lumières, variait en raison inverse du carré de leur distance au point éclairé, et qu'on devait prendre, pour représenter la loi du développement de la lumière électrique, la formule

$$I = \frac{k x^2 s}{y^2 E}.$$

» Suivant MM. Riess et Harris, x est proportionnel à $\frac{q}{s}$, q représentant la quantité d'électricité accumulée sur un condensateur dont la surface est s; et comme il résulte de mes expériences que x est aussi proportionnelle à E, on aura donc

$$x = \frac{bqE}{s},$$

et par suite

$$I = \frac{k'q^2E^2}{s^2} \cdot \frac{s}{E}.$$

» Cette dernière formule, en faisant E constant, représente la loi, découverte par M. Riess, du développement de la chaleur dans un fil traversé par le courant d'une batterie.

» La tension électrique en chaque point d'un condensateur étant, d'après le savant physicien allemand, proportionnelle à x^2, je crois pouvoir conclure de ses intéressants travaux et des miens les conséquences suivantes :

» 1°. Les quantités de lumière produites par des décharges électriques sont entre elles dans le même rapport que les quantités de chaleur développées dans un fil par le courant dû à la décharge; l'un des effets de l'électricité pouvant alors servir de mesure à l'autre, on conçoit la possibilité de ramener les mesures photométriques et électriques à de simples évaluations thermométriques.

» 2°. Les quantités de lumière et de chaleur développées par des décharges électriques sont proportionnelles à la tension du fluide sur le condensateur, en raison directe de la surface de ce même condensateur, et inversement proportionnelles à son épaisseur.

De la mesure de la sensibilité de l'œil.

» Bouguer a publié, dans son *Traité d'optique*, le résultat de ses expériences sur la sensibilité de son œil.

» Sur un papier éclairé par une bougie, il projetait une ombre légère produite par une seconde lumière de même intensité que la première, mais placée, relativement à la surface éclairée, à une distance beaucoup plus grande que celle-ci. L'éclairement était uniforme pour lui, et par conséquent l'ombre cessait d'être vue sur le fond quand la bougie qui produisait cette ombre était environ huit fois plus éloignée du papier que l'autre; d'où il a conclu qu'entre deux surfaces inégalement éclairées, il ne pouvait pas apprécier une différence d'éclairement plus petite que $\frac{1}{64}$.

» Le procédé que j'ai employé pour mesurer la sensibilité de l'œil est entièrement différent de celui de Bouguer.

» Je prends un disque circulaire de papier blanc de 6 centimètres de diamètre; après avoir tracé un secteur dont la surface est à celle du cercle dans un certain rapport que j'ai fait varier depuis $\frac{1}{60}$ jusqu'à $\frac{1}{120}$, je noircis une partie de ce secteur comprise entre deux cercles concentriques, tellement décrits que la surface de la partie noire est quelquefois égale, d'autres fois plus petite ou plus grande que les parties blanches entre lesquelles elle est comprise. Je place le cercle ainsi préparé sur un appareil convenable, et je le fais tourner avec une vitesse de 200 tours environ par seconde. Dans ce mouvement, la partie noire du secteur décrit une couronne noire qui, superposée aux cercles blancs produits par les autres parties, donne sur le fond l'apparence d'une couronne grise plus ou moins foncée.

» En diminuant les dimensions du secteur, on atteint une limite où l'œil n'aperçoit plus sur le disque qu'une teinte uniforme, malgré la présence de la couronne noire décrite par la portion noire du secteur. Cette limite est aussi celle de la sensibilité de l'œil.

» Supposons en effet que, pour un individu, le cercle paraisse uniformément éclairé quand la surface du secteur est la soixantième partie de celle du cercle, cet individu regarderait comme identiques deux éclairements qui différeraient cependant de $\frac{1}{60}$; car la partie noire du secteur enlevant à la couronne sur laquelle elle se meut la soixantième partie de la lumière qu'elle recevrait sans elle, l'éclairement de cette couronne et celui du fond diffèrent de $\frac{1}{60}$.

» Par de nombreuses expériences, j'ai constaté que :

» 1°. Pour une même personne la sensibilité de l'œil varie très-peu d'un jour à l'autre;

» 2°. Pour des individus différents la sensibilité de l'œil peut varier de $\frac{1}{60}$ à $\frac{1}{120}$ et même au delà; je ne l'ai pas trouvée au-dessous de $\frac{1}{60}$;

» 3°. La sensibilité de l'œil est indépendante de l'intensité de la lumière et

de sa couleur, pourvu que l'éclairement soit suffisant pour lire très-distinctement.

» Sans pouvoir apprécier exactement la sensibilité de l'œil pour des lumières instantanées, j'ai trouvé, et cela est très-important pour mes recherches sur la lumière électrique, que deux individus, ayant la même sensibilité mesurée par l'instrument décrit plus haut, obtenaient les mêmes valeurs, et voyaient par conséquent de la même manière quand ils opéraient avec le photomètre électrique. »

GÉOLOGIE. — *Description géologique et paléontologique des collines de la Tour-de-Boulade et du Teiller, près d'Issoire* (Puy-de-Dôme); *par* M. **Pomel.**

(Commission précédemment nommée.)

« Il existe à l'est d'Issoire, sur la rive droite de l'Allier, dit M. Pomel, une longue et étroite colline, dirigée nord-sud, dont le faîte accidenté forme des mamelons et des pics coniques de hauteurs diverses, connus sous les noms de Tour-de-Boulade, Puys de Montdoury, d'Ibois et du Teiller. Elle s'élève à peu de distance des pentes inférieures de la chaîne du Forez, et se rattache, au nord, au massif basaltique de la forêt du comté d'Auvergne. Les couches sédimentaires, qui la composent presque en entier, recèlent une foule de débris fossiles d'êtres organisés, et s'y présentent avec des caractères géologiques particuliers et différents de ceux qu'on observe dans les autres cantons du bassin de la Limagne. Les géologues nombreux qui ont étudié les phénomènes géologiques de l'Auvergne ont dit peu de chose sur ces localités, que la plupart d'entre eux n'ont même pas visitées; je me suis proposé en conséquence d'en faire connaître les caractères dans le Mémoire que je soumets aujourd'hui à l'Académie, Mémoire qui se divise en deux parties, l'une géologique et l'autre paléontologique. »

M. de **Persigny** soumet au jugement de l'Académie un travail ayant pour titre : *Mémoire sur les sables du désert et les pyramides d'Egypte et de Nubie.*

D'après la Lettre qui accompagne ce Mémoire, on voit que l'auteur considère les pyramides comme des constructions qui se rattachent toutes à un plan unique, plan qui aurait eu pour objet de protéger les parties cultivées de la vallée du Nil contre l'invasion des sables du désert. Il s'efforce d'abord de prouver, par différentes considérations, que ces gigantesques monuments, bien

qu'ayant servi de sépulture aux souverains qui les firent élever, avaient pour principale destination celle qui vient d'être indiquée, destination qui justifiait suffisamment les sommes immenses employées dans leur construction. En effet, suivant M. de Persigny, on reconnaîtrait, en examinant les directions de la vallée principale et des vallées secondaires, ainsi que la direction des vents dominants, que les pyramides de l'Égypte et de la Nubie ont chacune l'emplacement, les dimensions et l'orientation nécessaires pour représenter, en quelque sorte, les aiguilles d'un barrage unique. Ce barrage, discontinu il est vrai, se trouve disposé de telle sorte que son action n'aurait pas été moins efficace contre l'envahissement des sables, qu'un barrage continu que les circonstances topographiques rendaient évidemment impossible.

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Arago, Cordier et Babinet.

M. **Pigis** soumet au jugement de l'Académie un dispositif *destiné à prévenir le déraillement des locomotives sur les chemins de fer*, dispositif dont il présente un petit modèle.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fondements de la théorie mathématique de la polarisation mobile;* Lettre de M. **Laurent** à M. *Arago*.

« Je n'ai eu connaissance que fort tard des observations que M. Cauchy a présentées à l'Académie dans la séance du 27 mai dernier, au sujet de la Note que j'ai eu l'honneur de vous adresser sur la cause physique des phénomènes de polarisation mobile. Les considérations développées par ce savant académicien m'ont conduit à examiner de plus près les équations qu'il a données comme propres à représenter les lois de ces phénomènes. J'avouerai d'abord, au risque de détourner toute attention sérieuse des idées que j'ai émises, qu'il me semble résulter de cet examen que j'envisage la théorie mathématique de ce genre de polarisation sous un point de vue qui diffère essentiellement de celui sous lequel M. Cauchy paraît le considérer. Je viens donc poser franchement la question entière, et chercher à en faire comprendre toute l'étendue; ce qui est d'autant plus nécessaire, que je comprends maintenant pourquoi les déductions de la Note du 20 mai doivent paraître peu rigoureuses.

» Lorsqu'un rayon lumineux polarisé rectilignement pénètre normalement dans certains milieux, il donne naissance à deux rayons réfractés polarisés circulairement en sens inverse avec des vitesses différentes. Telle est l'explication du phénomène de la rotation des plans de polarisation donnée par Fresnel; du moins elle est rapportée à peu près en ces termes dans les estimables *Leçons de Physique* du savant M. Lamé. Or chacun des rayons réfractés polarisés circulairement peut être remplacé par deux rayons polarisés rectilignement à angle droit, de façon que le rayon incident peut être considéré comme donnant naissance à quatre rayons réfractés polarisés rectilignement. Maintenant il est important de remarquer qu'il ne résulte nullement de l'explication rappelée ci-dessus, qu'on doive admettre qu'aucun de ces rayons polarisés rectilignement ne pourrait se propager isolément dans les milieux en question supposés indéfinis dans tous les sens; le supposer, c'est faire une hypothèse purement gratuite. Un exemple particulier rendra ceci évident. Considérons à cet effet deux files rectilignes et homogènes de sphères de natures différentes, placées sur le prolongement l'une de l'autre et séparées par un ou plusieurs sphéroïdes de forme quelconque. Admettons que chaque sphéroïde ou sphère ne soit soumis qu'aux actions attractives ou répulsives des sphéroïdes ou sphères qui le précèdent et le suivent immédiatement; c'est ce qui pourra arriver par exemple si l'action réciproque de deux éléments dm, dm' à la distance r est exprimée par une fonction de la forme

$$\frac{dm \,.\, dm' \,.\, f(r)}{1 + e^{\frac{r-a}{z}}},$$

a étant une quantité constante positive, du même ordre de grandeur que la distance entre les centres de gravité des deux sphères ou sphéroïdes consécutifs;

z une quantité positive infiniment petite;

$f(r)$ une fonction dont toutes les valeurs correspondant aux valeurs de r supérieures à a sont finies.

Les équations des mouvements vibratoires du système des deux files ainsi constitué, se présenteront sous la forme d'équations aux différences mêlées et en nombre limité, qui permettront de déterminer rigoureusement la nature des mouvements réfléchis et réfractés. Or il est facile de reconnaître que, dans certains cas, un mouvement incident polarisé rectilignement, se propa-

geant dans l'une des files de sphères, acquiert des propriétés nouvelles en traversant le système de sphéroïdes interposé, de manière à produire dans la seconde file un mouvement réfracté polarisé elliptiquement ou circulairement. Il est bien évident que de l'observation de ce dernier on ne pourrait conclure que, dans la seconde file, il ne peut se propager que de tels mouvements. Si l'on formulait dans ce cas les équations différentielles du mouvement par la méthode inverse de M. Cauchy, on n'obtiendrait que des équations particulières auxquelles doivent satisfaire les mouvements réfractés, et on ne reproduirait nullement les équations générales du mouvement dans une file de sphères. Tel était le sens que je supposais que l'illustre académicien que je viens de citer attachait aux équations nouvelles qu'il a données au mois de novembre 1842. En un mot, lorsque je rédigeais la Note du 20 mai dernier, je pensais que les équations en question ne pouvaient être considérées comme les équations générales du mouvement de la lumière dans tel ou tel milieu, mais seulement comme des équations auxquelles doit satisfaire le mouvement de la lumière *réfractée* par ces milieux, ce qui est bien différent; mais il résulte très-clairement de divers passages des Mémoires de M. Cauchy, que ce savant géomètre considère ces équations comme les équations générales du mouvement de la lumière dans certains milieux, et que par conséquent il admet que, dans ces milieux supposés indéfinis dans tous les sens, un rayon polarisé rectilignement ne peut se propager isolément. D'un autre côté, on remarque que les déplacements qui sont indépendants dans les équations générales du mouvement quelles qu'elles soient, le sont nécessairement encore dans les équations aux limites que M. Cauchy avait considérées comme propres à donner les lois de la réflexion et de la réfraction. Dès lors les relations constantes qui peuvent subsister entre les mouvements réfractés ne doivent effectivement résulter, selon ce géomètre, que des équations générales du mouvement elles-mêmes. Ceci conduit naturellement à examiner le degré de généralité qu'on doit attribuer aux équations aux limites dont je viens de parler.

» J'observerai à cet égard que les formules générales relatives à la réflexion et à la réfraction des mouvements vibratoires qui se propagent dans différents milieux matériels, doivent satisfaire à certaines conditions qu'on peut assigner à priori. Effectivement, considérons deux milieux ou systèmes de molécules séparés par une surface plane. Lorsqu'un mouvement vibratoire, se propageant dans le premier d'entre eux, atteint la surface de séparation, il donne lieu en général à d'autres mouvements, les uns, réfléchis, se propageant dans le même milieu, les autres, réfractés, se propageant dans le second milieu. L'existence

de ces derniers est intimement liée à l'action réciproque des molécules des deux milieux; car si cette action est supposée insensible, il est bien évident qu'il n'y aura pas de mouvement transmis ou réfracté, c'est-à-dire que son intensité sera nulle; et dans tous les cas, en vertu de la loi de continuité, cette intensité sera d'autant moindre que cette action réciproque est supposée plus faible. On doit donc admettre ce principe :

« Le rapport de l'intensité du mouvement réfracté à celle du mouvement » incident, déduit de formules générales, doit nécessairement être propor- » tionnel à un ou plusieurs coefficients qui, dépendant spécialement de l'ac- » tion réciproque des deux milieux, diminuent avec cette action et s'éva- » nouissent complétement lorsqu'elle est supposée insensible. »

» En outre, la constitution moléculaire des corps varie très-rapidement dans le voisinage des surfaces de séparation, de manière à ne pouvoir être considérée comme constante qu'à une distance très-petite, mais sensible, de ces surfaces. La nature intime et l'épaisseur des couches dans lesquelles la constitution moléculaire est ainsi variable, ne peut être déterminée à priori, puisque nous ne connaissons pas les lois des attractions ou répulsions auxquelles leurs molécules sont soumises. D'un autre côté, ces couches sont le lieu même où se produisent les phénomènes de la réflexion et de la réfraction des mouvements vibratoires, et rien ne démontre à priori que leur épaisseur est insuffisante pour que leur nature exerce quelque influence dans ces phénomènes. On doit donc admettre cet autre principe :

« Les formules générales relatives à la réflexion et la réfraction des mou- » vements vibratoires, doivent contenir certains termes ou coefficients dont » la valeur dépend de la nature intime des premières couches voisines de la » surface de séparation. »

» Dans ce qui précède, j'entends par *formules générales* celles applicables à toutes les hypothèses sur la nature de la constitution moléculaire des premières couches et sur leur épaisseur, toutefois très-petite. On remarquera que pour s'affranchir de toute hypothèse gratuite à cet égard, on ne doit faire usage que de telles formules dans l'étude de la réflexion et de la réfraction des mouvements vibratoires, et que ce n'est qu'en comparant les résultats théoriques à ceux de l'expérience qu'on pourra décider si l'on doit attribuer à tel ou tel coefficient une valeur nulle ou une valeur sensible, etc. Or les équations aux limites données par M. Cauchy, ne contiennent d'autres coefficients que les vitesses de propagation des diverses espèces de mouvements à une distance sensible de part et d'autre de la surface de séparation; ces équations ne peuvent donc être considérées comme ayant la généralité désirable,

selon moi, dans l'étude de la réflexion et de la réfraction de la lumière. C'est ainsi qu'elles tranchent à priori et sans examen une question qui a donné lieu aux controverses les plus vives, celle relative à l'influence des premières couches des milieux réfringents sur la nature de la polarisation des rayons réfractés. En ce qui a spécialement trait à l'objet principal de cette Lettre, j'ajouterai que, comme je l'ai dit plus haut, nous ne connaissons pas d'une manière précise la nature des modifications de la constitution moléculaire des corps dans le voisinage de leurs surfaces, et que rien ne démontre qu'au nombre de ces modifications il ne se trouve pas, au moins dans certains cas, des changements dans les formes des molécules. Par conséquent, si l'on admet, comme je le fais, que la forme des molécules doit être prise en considération dans l'étude des mouvements vibratoires, et que, d'un autre côté, les formules générales de la réflexion et de la réfraction doivent tenir compte de la constitution moléculaire particulière des premières couches traversées par le mouvement réfracté, on devra avoir égard à la *possibilité* du changement de forme dont je viens de parler. Il est facile de reconnaître qu'alors les déplacements qui sont indépendants dans les équations générales du mouvement, *peuvent* ne plus l'être dans les équations aux limites, lorsque celles-ci ont les caractères de généralité définis plus haut. L'exemple particulier de deux files de molécules cité au commencement de cette Lettre ne peut laisser le moindre doute à cet égard. En résumé :

» 1°. M. Cauchy admet que dans les milieux qui présentent les phénomènes de la polarisation mobile, un rayon polarisé rectilignement ne peut se propager isolément dans aucun cas. J'admets, au contraire, que dans ces mêmes milieux supposés indéfinis dans tous les sens, un rayon polarisé rectilignement peut se propager isolément, et que dès lors le phénomène de la rotation des plans de polarisation est intimement lié à la réfraction;

» 2°. Les relations entre les mouvements réfractés nécessaires à la production de la polarisation circulaire sont supposées par M. Cauchy être établies par les équations générales du mouvement elles-mêmes. Je les suppose établies, au contraire, par des équations aux limites plus générales que celles données par l'illustre géomètre que je viens de citer.

» Telles sont les circonstances qu'il ne faut pas perdre de vue dans l'appréciation des idées émises dans la Note du 20 mai, dans laquelle je croyais avoir suffisamment indiqué le point de vue sous lequel j'envisage la rotation des plans de polarisation par l'expression de *polarisation mobile*, que j'ai adoptée avec intention, tout en repoussant les théories qui lui ont donné naissance. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur les caractères et les développements des vrais et des faux arilles; par* M. **J.-E. Planchon.** (Extrait adressé par M. *Aug. de Saint-Hilaire.*)

« Le mot arille est encore un des plus mal appliqués de la langue botanique. Sans entrer dans les détails historiques qui ne sauraient trouver ici leur place, je vais résumer d'abord, sur ce point, les idées généralement admises. L'arille, dit Gærtner, est une enveloppe accessoire qui, fixée à l'ombilic et libre de toute adhérence avec le test, recouvre la graine en tout ou en partie. Ajoutons, d'après L.-C. Richard, que cet organe dépend du cordon ombilical et se développe après la fécondation; enfin, pour en compléter la définition commune, admettons, avec M. Aug. de Saint-Hilaire, qu'il doit offrir une ouverture au point opposé à son insertion.

» Ces caractères que je viens d'énumérer ont suffi sans doute pour faire distinguer l'arille des parties du péricarpe et des téguments propres : aussi n'est-ce pas de cette distinction que je me suis occupé. Mais il est de faux arilles qui, très-variés dans leurs formes, prennent souvent toutes les apparences de l'arille véritable, et qui, liés par une origine et une nature communes, reçoivent dans mon travail la dénomination d'*arillodes :* c'est surtout entre ces derniers et les productions arillaires qu'il est important d'établir une limite.

» Grâce à MM. de Mirbel et Brongniart, on voit aujourd'hui de simples épaississements de l'exostome dans ces caroncules diverses qu'offrent les graines des ricins, des euphorbes et autres plantes voisines. Profitant de cette piquante observation, M. Aug. de Saint-Hilaire retrouva chez les *Polygala* une organisation pareille, et j'ai pu, par l'étude des ovules, confirmer les conclusions de ce savant. Chez divers genres de Buttnériacées et de Lasiopétalées, les *Commersonia, Seringia, Lasiopetalum,* etc., il existe sur les graines des excroissances de forme bizarre, qu'on est forcé de rapporter également aux productions du micropyle. Borné, dans tous les cas précédents, à produire de simples caroncules, l'épaississement des bords de l'exostome forme, sur les semences des *Badiera,* une calotte charnue et oléagineuse qui couvre à demi leur surface, et qui nous conduit par degrés des simples dilatations des bords du micropyle à des expansions bien plus prononcées encore.

» L'ovule de l'*Evonymus latifolius* ne présente, avant l'anthère, aucune trace d'enveloppe accessoire. Bientôt le bord de son exostome s'épaissit, et

paraît autour de son ouverture comme un bourrelet qui rappelle, en petit, la caroncule des Euphorbes. Cependant le bourrelet s'accroît, se dilate en bord membraneux, et, se réfléchissant de l'ouverture du micropyle vers la chalaze, devient une calotte hémisphérique qui couvre une partie de l'ovule, tout en laissant, à son origine, le micropyle à découvert. Enfin, la calotte elle-même, étendue peu à peu en surface, finit par former sur la graine le sac succulent que l'on a décrit comme un arille. Pour faire ces observations, j'ai dû suivre pas à pas les développements de l'ovule : en effet, si l'on n'examinait que les semences, on croirait presque nécessairement à l'existence d'un arille, parce que l'expansion arilliforme de l'exostome, congénialement soudée avec le hile et la base du raphé, semble être une production du funicule. Une organisation pareille à celle de l'*Evonymus latifolius* se rencontre chez d'autres espèces de ce genre, sur les graines des *Celastrus scandens* et *buxifolia*, et probablement de toutes les Célastrinées auxquelles on attribue un arille.

» Le *Clusia flava* présente, avec une modification curieuse, à peu près les mêmes faits que le Fusain. Les bords de son exostome s'étendent en deux expansions inégales et superposées qui se réfléchissent l'une sur l'autre vers la chalaze de l'ovule. Dans ce cas, il y a en quelque sorte un dédoublement de la membrane priminienne au delà du micropyle.

» Les productions que j'ai rapidement indiquées sont toutes des arillodes, et je résume ici leurs caractères en les opposant à ceux des arilles véritables :

» *Quelles que soient leurs dimensions ou leurs formes, caroncules, calottes hémisphériques, sacs à peine ouverts à leur bout, les arillodes ou productions de l'exostome laissent toujours à découvert l'ouverture de ce dernier.*

» *L'arille véritable, au contraire, tégument accessoire de l'ovule, se développe autour du hile à la manière des téguments propres, et recouvre l'exostome ou doit le recouvrir si on le suppose étendu sur la surface entière de l'ovule.*

» On peut ainsi distinguer, même sur la graine, la nature d'une enveloppe accessoire par la place du micropyle. Si cette ouverture est cachée par l'enveloppe ou qu'elle doive l'être par cette dernière prolongée, on a un véritable arille. Si le micropyle, au contraire, n'est pas recouvert par l'enveloppe, ou ne peut l'être même par cette dernière prolongée, nous aurons un *arillode* analogue à celui du Fusain.

» C'est en appliquant ces principes que j'ai pu voir un arillode dans cette enveloppe laciniée de la noix muscade, que l'on cite partout comme le proto-

type de l'arille. Ici, comme dans le Fusain, une soudure congéniale de l'arillode et du funicule devait naturellement faire illusion sur la nature de la première de ces parties.

» J'ai confirmé la présence d'un arille sur les semences des Passiflores, des Dilléniacées, des *Samyda*, des *Turnera*, du *Bixa orellana*, des *Nymphœa*, du *Chamissoa nodiflora*, Mart., etc. Je me contente de signaler ces plantes sans insister sur des faits de détail qui pourraient présenter quelque intérêt, et je m'arrêterai plus volontiers sur les ovules du *Cytinus hypocistis*.

» Ceux-ci terminent les branches innombrables de huit placentas pariétaux ramifiés dans toute leur longueur. Ovoïdes et orthotropes, ils présentent un nucelle, un tégument mince, cellulaire; et tout à fait à leur base, une cupule irrégulière, fort courte, uniquement formée de cellules grandes et lâches. Contre l'ordinaire des arilles, cette cupule préexiste à la fécondation. Doit-on la considérer comme un arille, et l'ovule n'a-t-il qu'un tégument unique? La cupule serait-elle plutôt une primine rudimentaire, et le tégument membraneux une secondine parfaite? Si l'on consulte les apparences et l'analogie, on adoptera la première idée; mais le choix est tout à fait arbitraire, et l'on peut regarder la cupule du *Cytinus* comme établissant un passage entre les téguments propres et les enveloppes accessoires de l'ovule.

» On connaît généralement ce noyau réniforme qui semble constituer presque en entier les graines des *Opuntia*, et l'on n'y a jamais soupçonné autre chose qu'un test. Je puis dire pourtant que ce noyau est une enveloppe accessoire de la graine, une espèce de faux test, qui tient plutôt de la nature de l'arille que des téguments propres.

» Chez l'*Opuntia vulgaris*, Mill., sur les côtés d'un gros funicule courbé en demi-cercle, on voit naître deux expansions membraneuses qui représentent, par leur réunion, une sorte de bateau; l'ovule plonge de plus en plus dans ce dernier, et disparaît enfin dans sa cavité pour y achever ses évolutions. Le bateau semble, par degré, contracter son ouverture, à cause de l'accroissement que prennent ses parois distendues par l'ovule qui grossit. Enfin, autour de la graine, les deux expansions épaissies forment un noyau complet; et, si l'on peut dire qu'elles proviennent, comme l'arille, du cordon ombilical, on peut aussi trouver des différences entre elles et les productions arillaires. Celles-ci sont, en quelque sorte, des appendices du funicule, analogues aux feuilles ovulaires; les deux expansions du funicule, chez l'*Opuntia*, rappellent plutôt les productions latérales qui ont fait donner à certains axes le nom de *bordés* ou d'*ailés*. Elles ne sont pas plus des feuilles ovulaires,

que les rameaux aplatis des *Ruscus* et des *Xylophylla* ne sont des feuilles véritables. L'organisation que je viens de décrire m'a paru jusqu'à présent caractériser le genre *Opuntia*. Les graines des *Mamillaria, Rhipsalis, Epiphyllum* et autres Cactées n'offrent rien d'anomal dans leur structure. Si, peu de temps après la floraison, on examine un des ovules du *Veronica hederœfolia,* on peut être surpris de voir un corps lisse et convexe sortir à travers les lèvres entr'ouvertes d'un autre corps qui l'embrasse à sa base, et dont la surface paraît mousseuse : rien de plus naturel alors que de prendre le corps lisse pour un ovule et le corps mousseux pour un arille. Mais il n'en est pas ainsi : par une longue série d'observations je démontre, dans le travail dont je donne ici le simple extrait, que le corps lisse est un sac embryonnaire d'une forme insolite, et le corps mousseux un nucelle sans tégument, qui, prenant de l'accroissement, a été déchiré latéralement par le nucelle. Je compare cette organisation singulière avec celle des ovules de quelques véroniques, et elle me sert à expliquer la description que l'on a donnée autrefois des ovules du genre *Avicennia*. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau mode de propulsion résultant de la détonation des gaz;* Lettre de M. SELLIGUE à M. *Arago*.

« J'ai eu l'honneur de vous faire voir et de faire fonctionner devant vous, il y a quinze jours, deux appareils de démonstration de la force motrice que j'obtiens de la détonation des gaz. L'un de ces appareils servait à faire apprécier la régularité des détonations par les dispositions que j'ai prises mécaniquement pour que chaque fonction se fasse en temps utile, au moyen d'un mouvement rotatif; l'autre devait faire juger la puissance obtenue sur une échelle permettant d'employer 5 litres de gaz et 40 litres d'air atmosphérique pour chaque détonation. Dans cette première expérience, je n'avais pas mis d'obstacle à la sortie de l'eau. C'étaient son volume et la hauteur de la colonne qui donnaient une idée de la force expansive. J'ai obtenu ainsi des ascensions de 14 mètres de la colonne ayant un diamètre de 32 centimètres.

» Comme l'eau ascensionnelle partait de l'orifice du trou jusqu'à 14 mètres de hauteur selon l'inclinaison du tube, le moyen de mesurer cette force devenait très-difficile, ce que vous avez eu la bonté de me faire remarquer. En conséquence, j'ai fait couper le tube ascensionnel et ajuster à sa place un tube cylindrique armé d'un piston libre que je charge à volonté. Il y a un échappement d'eau sur le côté du tube, après 15 centimètres de course du piston, pour éviter le danger. J'ai donc fait plusieurs expériences dont voici le résultat :

» Le piston libre a une surface de 706 centimètres environ; je l'ai chargé d'un poids égal à 600 kilogrammes, et j'ai enlevé ces poids avec une si grande vitesse, que plusieurs sont sortis de dessus la tige qui les supporte, et il s'est écoulé par l'échappement menagé au tube une quantité d'eau égale à 130 litres environ. J'ai répété ensuite l'expérience avec une charge de 960 kilogrammes environ; je les ai enlevés plus haut; une plus grande quantité de poids est sortie de dessus la tige, et le piston est lui-même sorti du cylindre, et est resté dans ses guides; mais il n'est sorti que 80 litres d'eau.

» Il résulte de ces expériences que j'ai enlevé avec 5 litres de gaz, en une fraction de seconde, un poids égal à $1^{gr},358$ par centimètre de surface du piston, et qu'il s'est échappé du tube à cette pression environ 80 litres d'eau; de plus, le piston a été porté à 20 centimetres de hauteur, malgré le passage du tiers de la circonférence qui est sur le côté du tube. C'est donc une force égale, au minimum, à une colonne d'eau du poids de $868^{kil},748$ enlevée en un quart de seconde, en prenant le temps le plus long, car on ne peut apprécier cette vitesse en voyant l'effet de l'explosion. C'est donc une valeur égale à $3474^{kil},992$ pour 5 litres de gaz; pour 35 que j'avais pris pour base de mes comptes, c'est $24^{kil},324$ de force. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi de certains réactifs dans la gravure des planches photographiques;* Lettre de MM. **Choiselat** et **Ratel** à M. *Arago.*

« Dans la séance du 8 juillet 1844, vous avez donné communication d'un procédé de gravure des images photographiques signalé par M. *Fizeau.*

» Nous nous sommes occupés nous-mêmes de cette question depuis le mois de février 1840, et, dès le mois de décembre 1842, nous avions fait, dans cette voie, des progrès assez importants pour que la Société d'encouragement, statuant sur le concours fermé à cette époque, ait bien voulu nous juger dignes d'une récompense de 1000 francs.

» Ayant connu, par suite du brevet pris par M. Fizeau en septembre 1843, que son procédé, basé sur l'action des acides, n'était nullement le nôtre, nous avions cru devoir travailler en silence à conduire celui-ci à toute la perfection dont il est susceptible. Mais dans sa dernière communication, M. Fizeau nomme incidemment une nouvelle substance dont l'emploi ne paraît pas lui être familier, et qui se trouve comprise parmi celles dont l'usage nous est acquis depuis longtemps; nous voulons parler du *bichlorure de cuivre.* M. Fizeau semble n'en faire que peu de cas, ce qui ne nous surprend nullement, cette substance n'étant apte à donner son effet que suivant cer-

taines lois et dans certaines circonstances que nous ferons connaître plus tard. Aujourd'hui, nous tenons seulement à constater que l'emploi de cette substance, et la découverte de son action dans la gravure des planches daguerriennes, nous appartiennent de droit, en ayant consigné les effets dans un Mémoire adressé à la Société d'encouragement en décembre 1842. M. le baron Séguier et M. Gaultier de Claubry, nommés Commissaires, ayant assisté à nos opérations, ont été particulièrement témoins de son heureuse influence, et ces messieurs ont pu voir, en outre, que connaissant la cause de l'irrégularité d'attaque dont se plaignent ceux qui ont travaillé à ce genre de recherches, nous avons su nous en préserver, et graver dès lors, avec une grande perfection, une plaque daguerrienne quelle que soit sa grandeur.

» Dans la seconde partie de sa Note, M. Fizeau indique des moyens fort ingénieux destinés, soit à augmenter la profondeur des noirs, soit à leur donner un certain piqué propre à retenir l'encre. Des moyens analogues ont été abandonnés par nous dès nos premiers tâtonnements; ces moyens nous ayant paru purement mécaniques et nullement chimiques comme ils devaient l'être, pour que la main de l'homme n'ait, en réalité, rien mis du sien dans une opération destinée à reproduire, dans la même harmonie, toute la perfection et l'exactitude de l'image photographique. »

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie plusieurs *portraits photographiques* exécutés par M. **Sabatier-Blot**, tous remarquables par leur netteté, et dont quelques-uns le sont en outre par la grande dimension des figures.

M. **Passot** adresse une nouvelle Lettre relative à sa *turbine*, et transmet des documents judiciaires destinés à la Commission du prix de Mécanique, Commission à laquelle il paraît désirer que son appareil soit de nouveau soumis.

MM. **C. Laurent** et **L. Thomas** adressent, à l'occasion du Rapport fait dans la séance du 1er juillet, sur divers Mémoires de M. *Ebelmen* concernant la *métallurgie du fer et l'emploi des combustibles gazeux*, une réclamation qui est renvoyée à l'examen de la Commission par laquelle a été jugé le travail de M. *Ebelmen*.

M. **Raciborsky** adresse un *paquet cacheté*.

L'Académie en accepte le dépôt.

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 5; in-4°.

Annales maritimes et coloniales; juillet 1844; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; juillet 1844; in-8°.

Les Steppes de la mer Caspienne, le Caucase, la Crimée et la Russie méridionale; voyage pittoresque, historique et scientifique; par M. X. HOMMAIRE DE HELL; 6e-9e livr. in-8°, avec planches in-fol.

Remarques sur les Oiseaux fossiles: Thèse de Géologie, soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris le 5 *août* 1844, *par* M. P. GERVAIS; in-8°.

Une visite à la Voirie de Montfaucon, considérée sous le point de vue de la salubrité publique; par M. J. GARNIER; in-12.

Société royale et centrale d'Agriculture. — Bulletin des Séances; tome IV, n° 8.

Mémoires de la Société royale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille; année 1842; in-8°.

Notre-Dame d'Ajaccio, Archéologie, Histoire et Légendes; par M. ALEX. ARMAN. Paris, 1844; in-8°.

Notice sur un Instrument de Tachygraphie, appelé Tachygraphe; *par* M. A. DUJARDIN. (Extrait des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Lille.*) In-8°.

Annales de Thérapeutique médicale et chirurgicale, et de Toxicologie; août 1844; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; août 1844; in-8°.

Journal de Médecine; août 1844; in-8°.

Encyclographie médicale; juillet 1844; in-8°.

Le Technologiste, ou Archives des Progrès; août 1844; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; août 1844; in-8°.

Rendiconto... *Comptes rendus des Séances et des Travaux de l'Académie royale des Sciences de Naples;* juin 1844; in-4°.

Della Medecina... *De la Médecine et du Médecin, Discours prononcé par*

M. POGGI *à la* 1re *séance de la Faculté de Médecine de Pavie, le* 7 *janvier* 1844. Milan, 1844; in-8°.

Secondo... *Second et dernier Compte rendu de l'Établissement agraire de Meleto, depuis l'année* 1840 *jusqu'à la fin de juin* 1843. Florence, 1844; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 31; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 89 et 90; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 9 et 10.

L'Expérience; n° 370; in-8°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — JUILLET 1844.

9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	MAXIMA.	MINIMA.		
752,41	+14,4		752,22	+17,0		751,82	+18,1		752,07	+16,0		+19,0	+12,5	Couvert	N. E.
751,75	+17,6		751,72	+20,3		751,22	+21,3		752,42	+15,8		+23,2	+12,0	Beau	N. E.
754,22	+15,9		754,52	+18,1		754,00	+20,6		754,26	+16,3		+21,2	+12,2	Très-nuageux	O. N. O.
750,22	+14,6		750,19	+17,8		749,76	+16,9		749,56	+15,2		+19,8	+13,4	Couvert	O. S. O.
747,51	+17,4		747,03	+16,4		746,38	+17,9		748,14	+14,4		+18,8	+13,1	Pluie continuelle	S. S. O.
752,17	+16,0		752,49	+17,9		752,11	+19,4		753,55	+16,2		+20,7	+13,1	Très-nuageux	O. S. O.
754,66	+16,9		754,41	+19,8		753,96	+19,3		754,81	+15,2		+20,0	+13,5	Couvert	E. N. E.
755,49	+15,4		755,02	+18,3		754,76	+19,0		754,68	+14,6		+20,0	+12,1	Couvert	N. O.
754,36	+17,5		753,80	+20,1		753,25	+20,9		753,91	+15,6		+21,8	+11,1	Très-nuageux	O.
755,70	+18,1		755,97	+19,6		756,24	+18,5		757,11	+16,0		+22,9	+14,4	Nuageux	O. N. O.
757,30	+17,4		757,48	+18,4		757,08	+21,0		757,15	+16,0		+21,9	+13,0	Couvert	O. S. O.
756,60	+18,0		756,58	+19,4		756,48	+19,1		757,73	+15,4		+21,0	+14,0	Très-nuageux	O. fort.
757,92	+16,0		757,05	+19,1		756,10	+18,2		752,87	+18,3		+20,0	+11,9	Couvert	O. S. O. fort.
750,54	+19,0		751,29	+18,0		752,85	+16,2		754,56	+15,8		+19,9	+16,1	Couvert	S. O. fort.
754,59	+14,3		754,80	+14,4		755,14	+16,6		757,02	+15,3		+17,1	+13,3	Pluie continuelle	N. E.
757,98	+15,1		757,33	+14,1		755,15	+14,2		755,97	+11,4		+15,0	+11,3	Pluie abondante	S. S. O.
757,86	+13,6		757,27	+16,8		756,62	+18,5		754,56	+15,0		+19,2	+11,0	Couvert	N. N. E.
750,79	+14,8		751,28	+18,1		751,57	+18,9		752,04	+13,8		+19,9	+14,2	Quelques éclaircies	O. N. O.
751,87	+17,1		752,04	+16,8		752,82	+14,4		754,90	+11,8		+19,2	+12,2	Nuageux	O. S. O.
759,59	+15,8		759,19	+19,0		761,01	+18,7		763,15	+15,4		+20,9	+ 9,7	Beau	N. O.
765,86	+18,3		765,39	+20,5		764,77	+21,1		763,98	+16,9		+22,5	+10,0	Beau	S. E.
761,74	+20,8		760,50	+22,6		759,47	+23,5		757,84	+19,2		+24,2	+11,9	Beau	E. S. E.
755,90	+23,0		755,35	+24,6		754,59	+25,3		754,24	+21,2		+26,5	+15,0	Beau	E.
755,69	+18,2		755,48	+23,1		755,18	+26,2		755,66	+23,4		+27,1	+16,9	Quelques nuages	E.
755,51	+26,0		754,95	+27,2		754,57	+28,2		754,00	+23,6		+30,7	+17,0	Quelques nuages	E.
757,19	+18,5		757,97	+18,8		758,32	+20,6		760,13	+16,7		+21,2	+15,4	Couvert	O. N. O.
761,00	+18,2		760,94	+20,7		761,56	+20,7		762,10	+17,9		+22,4	+14,9	Très-nuageux	N. O.
762,28	+19,1		762,17	+21,6		761,33	+22,6		760,29	+18,8		+23,5	+14,7	Couvert	N. E.
757,29	+18,3		757,06	+17,3		756,24	+18,8		756,17	+15,2		+20,0	+15,5	Couvert	N. O.
754,91	+20,1		753,31	+22,3		751,09	+23,9		749,88	+16,5		+25,0	+10,9	Beau	S. S. O.
751,33	+16,5		752,17	+18,5		752,58	+19,8		754,24	+14,9		+20,0	+14,1	Couvert	O. S. O. fort.
752,85	+16,4		752,74	+18,5		752,35	+19,2		753,05	+15,5		+20,7	+12,7	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centimètres.
755,50	+16,1		755,43	+17,4		755,48	+17,6		755,99	+14,8		+19,4	+12,7	... Moy. du 11 au 20	Cour.. 9,053
758,06	+19,7		757,75	+21,6		757,24	+22,8		757,14	+18,6		+23,9	+14,2	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 7,759
755,55	+17,5		755,39	+19,2		755,10	+19,9		755,45	+16,5		+21,4	+13,2	... Moyenne du mois......	+ 17°,3

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AOUT 1844.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie du livre qu'il vient de publier sous ce titre : *Histoire des travaux et des idées de Buffon;* ouvrage qui, dit-il, forme le complément de celui qu'il a publié en 1841 sous le titre de *Analyse raisonnée des travaux de G. Cuvier.*

MÉMOIRES LUS.

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur le terrain à nummulites* (*épicrétacé*) *des Corbières et de la montagne Noire; par* M. **A. Leymerie**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Beudant, Dufrénoy.)

« Nous démontrerons bientôt, dans un Mémoire spécial, que tous les gisements à nummulites du sud de l'Europe et des parties adjacentes de l'Asie et de l'Afrique, cités isolément par beaucoup de géologues qui les ont confondus, pour la plupart, avec les couches à rudistes, doivent être considérés comme des parties d'un seul et même système très-puissant et très-étendu, qu'il est nécessaire de distinguer et de séparer du terrain crétacé sur lequel il repose ordinairement.

» La considération des fossiles de ce terrain a donné lieu, jusqu'ici, à de nombreuses et vives controverses entre les géologues et les paléontologistes, et l'on pourrait presque dire que c'est un de ses traits caractéristiques d'offrir, en chaque point où on l'étudie, une espèce de discordance entre les caractères tirés de la géologie pure et ceux que présentent les fossiles qu'il renferme.

» Ces fossiles consistent en espèces propres, jointes à un certain nombre, bien moins considérable, de coquilles appartenant aux couches inférieures du terrain tertiaire parisien et à quelques espèces qu'on n'avait trouvées jusqu'alors que dans les couches crétacées.

» C'est la présence de ces derniers fossiles, que l'on a crus plus nombreux et plus importants qu'ils ne le sont en réalité, et, ensuite, la puissance, l'aspect ancien des couches et leur concordance ordinaire avec le terrain à hippurites auquel elles semblent même se lier, qui ont porté un certain nombre de géologues, et notamment les auteurs de la carte géologique de France, à ranger le terrain à nummulites dans le groupe crétacé, tandis que les nummilites, d'une part, et les espèces tertiaires de l'autre, ont déterminé d'autres géologues et, de plus, les paléontologistes, à rapprocher ce même terrain des couches à nummilites du nord et par conséquent à le considérer comme tertiaire.

» Cette divergence si prononcée tient sans doute principalement à la difficulté du sujet, mais elle dépend beaucoup aussi du peu de notions exactes que nous possédons sur le terrain dont il s'agit. En effet, dans une détermination de cette nature, l'élément paléontologique doit jouer un grand rôle; tout le monde est d'accord sur ce point, et cependant personne jusqu'ici n'a travaillé sérieusement à introduire dans la question cette donnée sans laquelle la solution nous paraît impossible. Nous exceptons toutefois M. Alexandre Brongniart, qui nous a si bien fait connaître le gîte constitué par les terrains calcario-trappéens du Vicentin; chez tous les autres auteurs, on ne trouve que des indications vagues de quelques fossiles, sans descriptions ni figures qui puissent permettre des rapprochements sûrs et susceptibles de conduire à quelque conclusion motivée.

» Dans cet état des choses, le premier besoin de la science, eu égard à la connaissance du terrain dont il s'agit, est donc de se procurer, pour les principaux gisements, une description analogue à celle que nous venons de signaler. Le but de ce travail est de satisfaire ce besoin pour le gisement le plus important des Pyrénées françaises, qui comprend le petit groupe montagneux des Corbieres et le versant sud de la montagne Noire.

» Il est divisé en deux parties, dont l'une consiste en un aperçu topographique et géognostique du gisement général avec la description des gîtes par-

ticuliers qui présentent les diverses catégories de fossiles, et l'indication des rapprochements qui peuvent se déduire de ces débris organiques.

» La deuxième partie du Mémoire se compose de la description des espèces inédites.

» La partie géognostique nous montre le terrain dont il s'agit occupant d'abord presque toutes les basses Corbières où il offre de nombreuses traces de dislocation, une puissance considérable (1 000 mètres environ), et des caractères minéralogiques qui rappellent des terrains beaucoup plus anciens. Là, on le voit se développer seul, et s'appuyer immédiatement sur le terrain de transition vers le milieu de la chaîne, tandis que, dans toutes les autres parties, il repose sur le terrain crétacé incontestable. Dans les points où ces deux systèmes se trouvent ainsi réunis, on remarque entre les couches de l'un et celles de l'autre, non-seulement une concordance parfaite qui prouve qu'ils ont subi ensemble les mêmes dérangements, mais encore une similitude minéralogique remarquable, et même une espèce de liaison vers la surface de contact.

» Sur le versant sud de la montagne Noire, le terrain à nummulites, beaucoup moins développé que dans les Corbières, forme une zone très-étroite, et repose immédiatement et partout sur le terrain de transition, jouant ainsi, à l'égard du terrain crétacé, le rôle d'une formation indépendante. Ce gîte spécial est remarquable encore par la présence, au-dessous du terrain à nummulites proprement dit, qui est ordinairement marin, d'une assise qui ne renferme que des coquilles terrestres ou d'eau douce, circonstance qui se fait remarquer aussi dans les Corbières, mais d'une manière beaucoup moins prononcée.

» Une carte et une coupe, coloriées géologiquement, montrent bien cette disposition et l'allure générale du terrain à nummulites dans ces deux gisements, et l'on y voit clairement que celui de la montagne Noire n'est qu'un affleurement des couches du terrain à nummulites des Corbières, qui paraissent subir une inflexion sous les terrains tertiaires miocènes de la vallée de l'Aude, qui les sépare géographiquement.

» Les listes particulières de fossiles que nous donnons pour chaque localité remarquable prouvent que les espèces ne sont pas indifféremment distribuées dans toute la masse du terrain, et que, au contraire, elles sont localisées et comme parquées par groupes qui varient suivant la nature et la position des couches.

» Le tableau général annexé à ce Mémoire offre l'ensemble des fossiles que nous avons pu nous procurer pour caractériser le terrain dont il s'agit. Le

nombre de ces fossiles s'élève à 105 : 80 sont déterminables, sur lesquels nous comptons 53 espèces nouvelles. La description de ces espèces (les espèces marines seulement) constitue la deuxième partie de notre travail; elle est accompagnée de 6 planches où ces fossiles sont figurés. Les espèces déjà connues, au nombre de 27, appartiennent, la plupart, aux sables inférieurs du Soissonnais ou au calcaire grossier parisien (1), et, les autres, à des gîtes plus ou moins étudiés, dépendant de la grande zone à nummulites du midi de l'Europe et des parties adjacentes de l'Asie et de l'Afrique (2).

» Nous avons recherché avec soin les indications de ces gîtes et nous les avons consignées dans notre tableau général, à côté de celles des localités pyrénéennes. Ces 27 espèces connues comprennent aussi 2 fossiles crétacés (*Terebratula Defrancii*, Brongn., et *Ostrea lateralis*, Nilson), qui doivent être considérés comme accessoires et accidentels, et 2 serpules jurassiques.

» Les espèces du terrain crétacé incontestable des Corbières, que nous avons eu souvent l'occasion de comparer avec celles du terrain épicrétacé, nous ont toujours montré des caractères différents. Les nummulites notamment et les rudistes ne se mêlent pas dans les mêmes couches, à moins que cela n'ait lieu vers la surface de contact des deux formations où l'on pourrait peut-être admettre une liaison que semblent indiquer les observations de MM. Dufrénoy et Vêne.

» En un mot, il existe bien réellement, si l'on considère les choses en grand,

---

(1) Voici la liste de ces espèces parisiennes dont plusieurs jouent, dans le département de l'Aude comme dans le bassin de Paris, le rôle de fossiles habituels :

Crassatella scutellaria, Desh. ?
Cardium hyppopæum, Desh.
Chamas gigas, Desh.
Modiola cordata, Lamk.
* *Ostrea multicostata*, Desh.
* *Neritina conoidea*, Desh.
Natica sigarotina, Desh. ?
* *Turritella imbricataria*, Lamk.
* *Cerithium acutum*, Desh.
Cerithium giganteum, Lamk.
* *Cerithium involutum*, Lamk.
Cerithium propinquum, Desh.
* *Fusus bulbiformis*, Lamk.
* *Fusus longævus*, Desh.
Voluta ambigua, Lamk.
Terebellum fusiforme, Lamk.
Nautilus Lamarckii, Desh.

(2) Ces fossiles sont :

Turbinolia sinuosa, Brongn. — Vicentin.
Spatangus ambulacrum, Desh. — Corse, Égypte.
Echinolampas conoideus, Agass. — Vérone, Cressenberg, Crimée, Égypte.
Ostrea gigantea, Dubois. — Crimée.
Turritella Archimedis, Brongn. — Vicentin.
Terebellum obvolutum, Brongn. ? — Vicentin.

une puissante formation caractérisée par les nummulites, des fossiles propres et des fossiles tertiaires, laquelle se développe d'une manière indépendante, ou se trouve superposée à la formation crétacée et notamment aux couches qui renferment les rudistes.

» Nous nous contentons, pour le moment, d'avoir établi ce fait qui nous sera d'un grand secours pour la spécification et la détermination du système général à nummulites dont l'étude sera, comme nous l'avons annoncé en c mmençant, l'objet d'un nouveau Mémoire. »

CHIMIE ANIMALE. — *Mémoire sur le passage de quelques médicaments dans l'économie animale et sur les modifications qu'ils y subissent; par* MM. **Laveran** *et* **Millon**. (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze, Rayer.)

« Ce Mémoire a pour objet de saisir la transformation des médicaments à leur sortie de l'économie, et de mettre en relation les effets physiologiques qui se sont produits avec les changements chimiques qui peuvent se constater.

» Les observations les plus nombreuses de MM. Laveran et Millon portent sur l'administration du tartrate double de soude et de potasse. Ils ont, en outre, administré le sulfate de soude quinze fois, le soufre quatre fois, et la salicine a été prise par dix malades différents.

» Le tartrate double de soude et de potasse, très-employé au temps de Lémery sous le nom de *sel de Seignette*, figure encore dans la matière médicale comme purgatif doux. On l'administre à la dose de 30 à 50 grammes, sans que son usage soit jamais suivi du moindre inconvénient.

» La constitution chimique de ce sel a permis de fixer un point qui a justement éveillé l'attention depuis quelques années, à savoir, la conversion des alcalis minéraux combinés aux acides organiques, en carbonates alcalins. Depuis des observations intéressantes dues à M. Wœlher, on considérait cette transformation comme un phénomène constant; elle est, au contraire, d'une extrême variabilité. Sur 268 ingestions, 175 ont été suivies d'urines alcalines, 87 d'urines acides et 6 d'urines sensiblement neutres. On peut, en suivant certaines règles, provoquer l'expulsion complète du sel de Seignette par le tube intestinal; le passage du sel par les urines est alors un cas infiniment rare. On peut, au contraire, le faire pénétrer dans l'économie, saturer ainsi les urines d'une dose énorme de carbonate alcalin : l'évacuation du tartrate par les selles devient l'exception.

» Si le plus grand nombre des médicaments se trouvent soumis à de sem-

blables variations, et il est difficile de croire qu'il en soit autrement, on comprend quel prix doit attacher la médecine à éviter ces variations ou à les faire tourner à son profit.

» Après avoir décrit avec soin les méthodes d'analyse qu'ils ont mises en usage, MM. Laveran et Millon établissent qu'il est constant que le sel de Seignette ne s'échappe jamais par les urines à l'état de tartrate, et que celui qui prend cette voie est entièrement converti en carbonate.

» Lorsque le sel de Seignette est pris en peu de temps et à la dose de 40 à 50 grammes, son effet tend à se concentrer sur les voies digestives. Les vomissements sont très-rares, mais l'ingestion est toujours suivie de plusieurs selles liquides. Ce n'est que d'une manière exceptionnelle que les malades n'éprouvent rien du côté du tube digestif; mais, dans ce dernier cas, ils rendent des urines alcalines.

» Prescrit à petite dose, de manière que 20, 30 ou 40 grammes ne soient pris qu'en huit ou dix heures, le tartrate double produit des effets opposés. Dans ce cas, la purgation est l'exception; l'alcalinité des urines devient l'état habituel : un seul litre d'urine peut saturer jusqu'à 250 divisions de l'acide sulfurique normal, versé goutte à goutte, à l'aide de la burette alcalimétrique de M. Gay-Lussac. De sorte qu'en ne tenant compte que du tartrate double de soude et de potasse, on voit qu'à haute dose il est directement expulsé par le mouvement de l'intestin ; tandis que de petites quantités, bien qu'elles soient réitérées, pénètrent l'économie, sont transformées par elle, amenées au dernier terme d'oxydation dans la partie combustible de leurs éléments, et enfin éliminées par les urines, à l'état de carbonate alcalin. Dans le premier cas, il y a indigestion; dans le second, assimilation, sécrétion; ici c'est plutôt un médicament, là un aliment.

» Jusque-là toute la différence réside dans la dose; voici maintenant la part des aptitudes individuelles et des états variables de l'organisme.

» Les hommes forts, atteints d'indispositions légères, montrent la meilleure aptitude à digérer le tartrate; la faiblesse, au contraire, amène la purgation.

» La constipation habituelle, alors même qu'on peut la rapporter à une maladie du cerveau ou de la moelle, est une condition favorable à l'absorption.....

» Les malades atteints de dérangement du tube digestif ont très-peu de capacité absorbante; il en est encore de même lorsque la fièvre domine.....

» Cependant, malgré les conditions les moins favorables à la combustion du tartrate, on peut encore le forcer à pénétrer par les voies de l'absorption. On y parvient d'abord en fractionnant de plus en plus les doses; ensuite en

insistant sur l'emploi du sel. Le premier jour, les urines sont acides; le second ou le troisième, l'alcalinité se prononce déjà.

» Une fois bien fixés sur les moyens de transformer le sel de Seignette en carbonate, MM. Laveran et Millon ont cherché quelle pouvait être son utilité thérapeutique.

» Les premières tentatives furent dirigées sur des malades atteints de pneumonie aiguë et de rhumatisme articulaire : lorsque la résistance que l'absorption éprouve dans ces différents cas avait été vaincue, le sang était analysé à l'aide de la méthode imaginée par M. Dumas, et rendue vulgaire par les publications de MM. Andral et Gavarret. Mais sur dix saignées, la fibrine ne diminua jamais de quantité, et le sang se chargea d'une couenne aussi forte qu'en l'absence du tartrate. Toutefois, chez le plus grand nombre de ces malades, la proportion d'urée offrit un accroissement notable, et fournit ainsi l'indice certain d'une combustion plus rapide.

» Cet accroissement des forces de l'oxydation conduisit à essayer si l'on ne trouverait pas, dans l'administration du tartrate double, un moyen d'activer la nutrition lorsqu'elle était languissante. Une observation suivie des maladies les plus variées a pleinement confirmé cette prévision.

» MM. Laveran et Millon citent ici plusieurs observations.

» Le sel de Seignette s'appliquerait sans doute très-bien s'il était administré, suivant la méthode d'absorption, aux maladies qui se caractérisent par une sécrétion anormale d'acide urique. Ce sel communique, en effet, une activité particulière à la digestion; le carbonate alcalin qui se forme est apte à dissoudre l'acide urique et à prévenir ainsi la formation des dépôts; le médicament pénètre sous forme d'aliment, et comme ce dernier semble la cause la plus directe du mal, le remède se produit aux sources mêmes de l'affection.

» Après avoir étudié les transformations d'un médicament qui pouvait se brûler en partie, MM. Laveran et Millon ont observé le passage d'une substance dont tous les éléments, fortement oxydés, ne pouvaient contracter, dans l'économie animale, aucune oxydation nouvelle; ils ont fait choix du sulfate de soude.

» Les urines contiennent normalement de l'acide sulfurique combiné, dont la proportion a été déterminée : elle varie de 2 grammes à $2^{gr},5$ en calculant sur l'acide sulfurique anhydre SO^3. Le sulfate de soude suit dans son passage les mêmes règles que le sel de Seignette. A dose fractionnée, les individus vigoureux et convalescents l'absorbent et le rejettent, sans modification aucune. On fait arriver ainsi, sans effort, 10 et 15 grammes de sulfate de soude dans les urines.

» Dans des conditions contraires, lorsque le sujet est faible, lorsque la dose est forte et unique, ou bien si la fièvre agit, si les voies digestives sont dérangées, les urines ne contiennent que la proportion normale d'acide sulfurique.

» Il est impossible de ne pas remarquer ici que les voies de l'absorption sont parallèles à celles de la combustion.

» L'administration du soufre fournit des résultats négatifs; il ne s'absorbe pas, et n'est oxydé ni modifié en aucune façon.

» L'inertie bien constatée de la salicine a fait borner son emploi à quelques cas de fièvre intermittente légère. Il était curieux de savoir si cette substance, entièrement combustible, mais qui renferme une énorme proportion de carbone et diffère ainsi très-notablement des autres substances alimentaires, ne subirait pas quelque transformation particulière. Dix individus qui ont fait usage de la salicine ont constamment offert le même résultat. Leurs urines contenaient toutes de l'hydrure de salycile et de l'acide salycilique. La réaction caractéristique que ces principes fournissent avec les persels de fer se produit invariablement. La coloration violette est très-intense dans l'urine même: elle se retrouve dans les produits de la distillation de l'urine, dans l'extrait alcoolique et dans l'extrait éthéré; on parvient même sans trop de peine à retirer de l'urine des cristaux d'acide salycilique. Ainsi les forces oxydantes de l'économie s'exercent sur la salicine et conduisent les éléments organiques contenus dans cette substance à des produits identiques avec ceux du laboratoire. Nos organes opèrent, dans leur action comburante, comme un mélange d'acide sulfurique et d'acide chromique, comme de la potasse en fusion, c'est-à-dire comme les agents d'oxydation les plus énergiques. Ce n'est sans doute qu'un cas très-restreint du grand phénomène de combustion qui accompagne partout les phénomènes de la vie animale; mais la conversion simple de la salicine, et la réaction très-saillante qui l'accompagne, ajoutent encore quelque chose à la démonstration principale. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Delhomme** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : *Nouveau système de voilure applicable à la navigation maritime et à la navigation fluviale.*

(Commissaires, MM. Arago, Dupin, Duperrey.)

M. **Fabré**, qui avait présenté l'an dernier un Mémoire sur la *Théorie des*

voûtes, adresse une nouvelle rédaction de son travail, et prie l'Académie de considérer la première comme non avenue.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

L'Académie reçoit un Mémoire ayant pour titre : *Rapport sur les maladies qui ont régné dans le canton de Damvillers (Meuse), pendant l'année* 1843. Ce Mémoire est destiné au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon ; le nom de l'auteur est sous pli cacheté.

(Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Flourens**, en présentant au nom de M. **Martius** un opuscule ayant pour titre : *Du naturel, des maladies, de la thérapeutique et de la matière médicale des indigènes brésiliens,* fait connaître les résultats généraux auxquels l'auteur est arrivé relativement aux maladies des hommes de cette race. Le savant voyageur les résume lui-même dans les termes suivants :

« 1°. L'indigène brésilien ne paraît pas avoir de maladies qui lui soient propres;

» 2°. Il ne fait que partager, avec toutes les autres classes de la population, les maladies qu'amène le climat; il réagit sur ces influences délétères d'une manière analogue à celle de l'Européen, sauf les modifications qui résultent de son tempérament; les traits caractéristiques de sa race se laissent voir dans ses maladies;

» 3°. Dans ce pays, comparativement salubre, les blancs comme les aborigènes ne connaissent ni la peste orientale, ni le choléra, ni la fièvre jaune des Antilles, ni les fièvres putrides de la côte occidentale d'Afrique, ni la *vena medinensis* (le dragonneau) ;

» 4°. La plus grande mortalité dépend chez l'Indien brésilien d'une maladie introduite par les Européens, la petite vérole; et la stérilité, qui est propre à sa race, est augmentée par la syphilis, qui lui est originairement étrangère;

» 5°. On peut donc dire que cette race est, par elle-même, très-saine (et de fait nous y trouvons de fréquents exemples d'une grande longévité), mais seulement aussi longtemps qu'elle habite seule son pays et n'est pas en contact avec la civilisation européenne;

» 6°. Dans les circonstances actuelles, telles qu'elles se sont formées de-

puis l'immigration des Portugais, dans la position sociale de l'Indien, et à cause du bas degré de son développement intellectuel, on doit prévoir pour lui une mortalité toujours croissante. La seule race dont on peut pronostiquer la destruction, d'après tous les faits que l'on connaît, est la race américaine, et l'aborigène brésilien n'est pas exempt de cet avenir.

» Cette triste destinée, qui révolte les sentiments du philantrope, n'est rendue que plus certaine par l'état de la médecine chez cette race sauvage, car le moindre examen suffit pour nous convaincre que le sauvage est incapable de trouver les véritables remèdes pour les maux physiques auxquels il est exposé; et, d'une autre part, sa condition sociale le place hors du ressort de l'action bienfaisante de la science médicale introduite d'Europe. »

« M. **Gaudichaud** offre à l'Académie, de la part de M. **Barnéoud**, docteur ès sciences, la thèse que ce jeune savant a soutenue à la Faculté des Sciences de Paris, le 3 août 1844.

» Cette thèse renferme :

» 1°. Un Mémoire sur le développement, la structure générale et la classification des *Plantaginées ;*

» 2°. Un Mémoire tout semblable sur les *Plumbaginées ;*

» 3°. Un Mémoire de Géologie ayant pour titre : *De l'Origine des Lacs.*

» Deux planches lithographiées accompagnent ce travail. Elles représentent les phénomènes organogéniques de toutes les parties des fleurs, des fruits, des ovules et des embryons, dans les *Plantaginées* et les *Plumbaginées.*

» M. Gaudichaud, qui a étudié les Mémoires de botanique de cette thèse, déclare qu'ils ont, à ses yeux, une très-grande importance scientifique. »

CHIMIE. — *Sur les poids atomiques du zinc et du fer.*

M. **Pelouze** communique l'extrait suivant d'une Lettre de M. **Berzelius** à M. *Laurent :*

« M. Erdmann (chimiste suédois) a examiné le poids atomique du zinc, qu'il a trouvé différent de ce que tant M. Jacquelain que M. Favre ont admis comme résultat de leurs expériences. M. Erdmann a trouvé 406,591. MM. L. Swanberg et Norlin ont déterminé le poids atomique du fer; la moyenne de quatorze expériences est 349,523.

» Le poids atomique du zinc ne serait pas un multiple de l'équivalent de l'hydrogène, mais de l'atome = 6,25.

» Le poids atomique du fer est sensiblement un multiple de 12,50. »

CHIMIE. — *Sur un nouvel alcali organique, l'amarine; par* M. AUG. LAURENT.

« Dans un Mémoire que M. Hoffmann et moi nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, nous avons fait connaître un nouveau procédé pour préparer l'aniline. C'est en partant des vues que j'ai émises sur la constitution des composés organiques que nous avons découvert ce procédé, et non par hasard; car le résultat a été annoncé d'avance à M. Liebig, et l'expérience a été exécutée immédiatement en sa présence.

» Nous avons préparé l'aniline en faisant agir l'ammoniaque sur l'acide phénique ou *l'oxyde de phène*. Je viens de découvrir un nouvel alcali par un procédé semblable, en faisant agir l'ammoniaque sur l'essence d'amandes amères ou *l'oxyde de benzène*.

» Cette nouvelle base, que je nomme *amarine*, est incolore, cristallisée en aiguilles à six pans, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, et volatile sans décomposition.

» Sa composition se représente par la formule suivante :

$$C^{84}H^{36}Az^{4}.$$

Le chlorure amarique renferme 1 atome d'acide et 1 atome de base, ou

$$H^{2}Cl^{2},\ C^{84}H^{36}Az^{4}.$$

En versant du chlorure platinique dans du chlorure d'amarine, on obtient des cristaux jaunes de chlorure platinico-amarique qui renferment

$$H^{2}Cl^{2},\ C^{84}H^{36}Az^{4} + Cl^{4}Pt.$$

» La constitution et la formation de l'amarine offrent des particularités du plus haut intérêt, qui aideront à résoudre les questions que j'ai soulevées sur les types chimiques et contre l'existence des types mécaniques.

» J'ai fait voir, dans mon Mémoire sur l'aniline, que les alcalis organiques devaient avoir la constitution des radicaux des séries auxquelles ils appartiennent; ainsi l'aniline $C^{24}H^{10}Ad$ correspond au phène $C^{24}H^{10}H^{2}$.

» J'ai démontré que l'aniline ne se formait pas par la réaction de l'ammoniaque sur l'acide phénique, mais par la décomposition du phénate d'ammonium; en un mot, que lorsqu'on met de l'ammoniaque en contact avec l'acide phénique, il se forme d'abord

du phénate ammonique.	$C^{24}H^{10}(H^{8}Az^{2}) + O^{2}$
dont il se sépare ensuite.	$H^{4} \quad O^{2}$
tandis qu'il reste	$C^{24}H^{10}(H^{4}Az^{2})$.

» L'amarine se forme par l'action de l'ammoniaque sur l'oxyde de benzène; mais rien ne prouve qu'il se fasse d'abord du *benzénate d'ammonium.* Il faut donc admettre que l'ammoniaque réduit l'oxyde de benzène, et que l'azote de l'ammoniaque n'entre pas dans l'amarine à l'état d'amide, comme dans l'aniline, mais à l'état de corps simple. On doit donc avoir la réaction suivante:

$$\underset{\text{Oxyde de benzène.}}{(C^{84}H^{36} + O^6)} + H^{12}Az^4 = \underset{\text{Amarine.}}{(C^{84}H^{36} + Az^4)} + H^{12}O^6;$$

l'amarine n'aurait donc pas la constitution que j'ai attribuée aux alcalis organiques; l'azote n'y serait donc pas, comme le pense M. Dumas, à l'état d'amide.

» On pourrait, il est vrai, dire que pendant la réaction de l'ammoniaque sur l'oxyde de benzène, il y a eu perturbation dans le groupement des molécules du benzène, perturbation qui a permis à l'azote libre d'entrer dans le radical pour prendre de l'hydrogène et y former de l'amide, mais ce serait une hypothèse. Cependant je puis facilement prouver, quoique cela paraisse impossible au premier aspect, que cette perturbation a réellement eu lieu.

» En effet, deux corps isomères ne diffèrent que parce que le groupement de leurs molécules n'est pas le même.

» Si avec un même composé, et par un même procédé, l'on obtient, *par substitution équivalente,* deux corps isomères, il est évident que si, dans un cas, le type chimique ou le groupement des molécules est conservé, il devra être détruit dans l'autre.

» Or, avec l'essence d'amandes amères et l'ammoniaque, j'ai obtenu, *par substitution équivalente,* trois composés isomères; donc il ne peut y en avoir qu'un seul qui ait conservé la constitution de l'essence: dans les deux autres, le type ou l'arrangement des molécules a dû être détruit.

» Les formules suivantes rendront cette explication plus claire.

» Prenons pour l'azote l'équivalent $Az^{\frac{2}{3}}$ proposé par MM. Millon et Bineau, et représentons-le par N; nous aurons :

» I. Formation de l'azoture de benzène (hydrobenzamide),

$$\underset{\text{Oxyde de benzène.}}{(C^{28}H^{12} + O^2)} + H^4N^2 = \underset{\text{Hydrobenzamide.}}{(C^{28}H^{12} + N^2)} + H^4O^2.$$

» II. Formation de l'azoture de picrène (benzhydramide),

$$3(C^{28}H^{12} + O^2) + 3H^4N^2 = \underset{\text{Benzhydramide.}}{(C^{84}H^{36} + N^6)} + 3H^4O^2.$$

» III. Formation de l'amarine,

$$3(C^{28}H^{12} + O^2) + 3H^4N^2 = (C^{84}H^{30}Im^2Ad) + 3H^4O^2.$$
Amarine.

» L'azoture de benzène a seul conservé les propriétés de la série benzénique; avec lui on peut régénérer l'essence, l'acide benzoïque, etc.

» L'azoture de picrène se rattache à la série picrénique; avec lui on ne peut plus régénérer l'essence d'amandes amères. L'amarine, isomère avec le précédent, ne peut plus être un azoture; dans sa formation, il y a dû avoir perturbation dans le radical benzène; l'azote a pu se combiner avec l'hydrogène pour former de l'amide et de l'imide, et constituer un alcali qui dérive de $3C^{28}H^{12}$, tout comme l'aniline dérive de $C^{24}H^{12}$.

» Je tirerai des faits précédents une conclusion inévitable : *un composé donne, par substitution équivalente,* naissance à *deux corps isomères,* ceux-ci ne pouvant différer l'un de l'autre que par l'arrangement de leurs molécules; il en résulte qu'il ne suffit pas que 1 équivalent de chlore, de brome, d'azote, etc., remplace (en poids) 1 équivalent d'hydrogène, pour en conclure que le groupement ou le type mécanique est conservé.

» Ainsi l'acide acétique n'appartient pas au même groupement que l'alcool, la bromaniloïne n'est pas constituée comme l'aniline. C'est, au reste, ce qu'il sera possible de prouver prochainement et facilement par l'expérience. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur les mollusques gastéropodes désignés sous le nom de* Phlébentérés *par* M. de Quatrefages; *par* M. SOULEYET.

« M. de Quatrefages a communiqué à l'Académie des Sciences une série de recherches sur un groupe de mollusques gastéropodes, dont l'organisation s'éloignerait beaucoup, d'après ce naturaliste, de celle des animaux du même type, et présenterait des particularités fort singulières. M. de Quatrefages dit, en effet, avoir constaté chez ces mollusques la disparition partielle ou complète des organes de la circulation, d'où résulterait une dégradation correspondante dans les organes de la respiration, et il est, de plus, très-porté à affirmer que l'ouverture postérieure du tube digestif disparaît même chez quelques-uns de ces gastéropodes, ce qui les rapprocherait par conséquent beaucoup des animaux les plus simples dans leur structure, des Médusaires par exemple.

» L'étrangeté de ces résultats, qui me semblent contraires non-seulement à

tous les faits acquis sur l'organisation des mollusques, mais encore à tous les principes admis et reconnus en zoologie, m'a porté à étendre des recherches que je fais depuis quelques années sur l'anatomie et la physiologie de ces animaux, à ceux qui ont fait le sujet du travail publié par M. de Quatrefages. Ayant déjà eu l'occasion d'observer quelques-uns de ces gastéropodes pendant l'expédition autour du monde de *la Bonite*, j'ai cherché à compléter cette étude par celle des espèces qui se rencontrent sur nos côtes; mais, en attendant que je puisse soumettre à l'Académie le travail que j'ai fait à ce sujet, et qui est un peu retardé par l'exécution des dessins qui doivent l'accompagner, je demande la permission d'exposer succinctement quelques-uns des résultats auxquels je suis arrivé, et qui me paraissent contredire presque entièrement ceux qui ont été annoncés par M. de Quatrefages.

» On sait que parmi les mollusques dont il s'agit ici se trouvent d'abord les Éolides, et quelques autres genres très-voisins (1), les Cavolines, les Tergipes, les Calliopées, les Glaucus, etc., genres qui ne diffèrent souvent entre eux que par des caractères extérieurs peu importants, et qui forment certainement dans la classe des gastéropodes une des familles les plus naturelles. Cependant, d'après les observations de M. de Quatrefages, ces mollusques présenteraient dans leur structure intérieure les différences les plus grandes : ainsi les Éolides auraient un cœur et des artères, sans système veineux, et dans les autres genres du même groupe que ce naturaliste a eu occasion d'examiner, il n'existerait plus aucune trace de l'appareil circulatoire. J'ai observé des Cavolines, des Calliopées, des Glaucus, des Tergipes (genre qui me paraît avoir les plus grands rapports avec le genre Amphorine proposé par M. de Quatrefages), ainsi qu'un mollusque qui m'a offert les caractères assignés par MM. Alder et Hancock à leur genre Vénilie, auquel M. de Quatrefages a rapporté lui-même son genre Zéphyrine, et je puis affirmer que tous ces mollusques sont pourvus d'un cœur et d'un système artériel disposés comme dans les Éolides. Il n'est même pas très-difficile de constater l'existence de ces

---

(1) Je ne crois pas devoir mentionner, parmi ces genres, les *Éolidines* qui différeraient des Éolides, d'après M. de Quatrefages, *par l'absence des tentacules labiaux*, ces tentacules n'existant dans aucune des espèces connues du genre Éolide. Quelques auteurs ont pris pour des prolongements tentaculaires, d'après des individus contractés par l'alcool, les pointes latérales que forme le bord antérieur du pied et ont ainsi assigné trois paires de tentacules à ces mollusques; mais cette erreur a déjà été relevée par plusieurs naturalistes.

Quelques autre genres de ce groupe, comme les Cavolines, les Amphorines, les Zéphyrines, etc., ne reposent également pas sur des caractères assez importants ou assez bien constatés pour qu'on doive les adopter; mais je ne puis entrer ici dans une discussion à ce sujet.

organes, si l'on ne se borne pas à étudier ces animaux par transparence.

» Je viens de dire que si M. de Quatrefages reconnaît l'existence d'un cœur et d'un système artériel dans quelques-uns de ces mollusques, il n'en est pas de même du système veineux qu'il dit, d'une manière très-explicite, manquer dans tous; et, comme il était nécessaire d'expliquer cependant, chez les Éolides, le retour du sang vers le centre circulatoire, ce naturaliste suppose que ce fluide, après avoir parcouru son trajet dans les artères, se répand dans la cavité générale du corps, d'où les contractions de l'animal le poussent par ondées successives jusqu'au ventricule. En acceptant même cette théorie comme vraisemblable, voici un fait anatomique qu'il est très-facile de vérifier sur les grandes espèces d'Éolides, et qui me semble la détruire d'une manière complete. Si, après avoir ouvert avec soin le péricarde, on injecte l'oreillette par le ventricule (expérience que j'ai faite plusieurs fois sur l'Éolide de Cuvier qui est assez commune sur les côtes de la Manche), et si l'on pousse le liquide lentement, on voit bientôt ce liquide gonfler l'oreillette et pénétrer ensuite dans l'épaisseur des tissus de l'enveloppe extérieure, en formant des courants qu'il est possible de suivre jusqu'aux appendices branchiaux; je n'ai jamais vu le liquide de l'injection se répandre dans la cavité viscérale. Il est encore possible, par un examen très-attentif, de reconnaître les petits vaisseaux veineux qui, des viscères et surtout de l'ovaire, se rendent dans l'enveloppe extérieure. Mais je crois devoir rappeler aussi que, dans la plupart des mollusques, le système veineux est beaucoup moins apparent que le système artériel, et qu'il arrive assez souvent, comme l'a indiqué M. de Blainville dans son *Traité de Malacologie*, que les parois des vaisseaux veineux, déjà extrêmement minces, se confondent en outre tellement avec le tissu des parties, qu'il devient très-difficile de les reconnaître; le plus généralement alors ces vaisseaux veineux ne prennent l'apparence de vaisseaux bien distincts que dans les gros troncs qui se rendent aux organes respiratoires, lorsque ceux-ci sont *bien circonscrits;* mais si ces organes n'offrent pas ce dernier caractère, comme cela a lieu évidemment chez les Éolides, le système veineux présentera nécessairement une diffusion analogue. Les faits me semblent donc concorder avec le raisonnement et avec l'analogie pour établir que le système veineux existe bien chez les Éolides, et dans tous les autres mollusques du même groupe.

» Les détails dans lesquels je viens d'entrer, et ceux qu'il me sera possible de donner encore sur la structure des appendices extérieurs de ces mollusques, feront voir aussi, j'espère, que ces appendices servent bien réellement aux fonctions respiratoires.

» M. de Quatrefages croit avoir trouvé la raison de la dégradation des organes de la circulation et de la respiration chez les mollusques *phlébentérés*, dans une particularité anatomique observée d'abord par MM. Milne Edwards et Lowen, dans les Calliopées et les Éolides, et qui consisterait en un prolongement de la cavité digestive dans les appendices des branchies. Ce naturaliste pense que cette disposition du tube digestif a pour objet de suppléer à l'absence des organes de la respiration, en permettant l'action directe de l'air sur les matières nutritives.

» Les faits et arguments qui suivent me semblent contredire encore tout à fait cette théorie.

» 1°. Si tel était réellement le but assigné par la nature à cette disposition organique, il devrait évidemment y avoir un rapport entre la dégradation progressive des organes de la respiration et de la circulation et le développement de ces *ramifications* de la cavité digestive qui devraient les suppléer dans leurs fonctions ; or, c'est précisément le contraire qui a lieu. Ainsi les Éolides qui, d'après M. de Quatrefages lui-même, ont encore une circulation et de nombreux appendices branchiaux, ont aussi un tube digestif *très-ramifié*, et les derniers genres de son ordre qu'il désigne sous les noms de Pavois et de Chalide, qui n'offrent plus ni circulation ni appendices pour la respiration, ne présentent plus également aucune trace de ces *ramifications* de la cavité digestive.

» 2°. Lorsqu'on étudie la structure intérieure des appendices branchiaux dans tous ces mollusques, on voit que les prolongements de la cavité digestive qui en parcourent le centre, sont toujours séparés de l'enveloppe dermoïde (ainsi que le représentent du reste les dessins de M. de Quatrefages) par une couche plus ou moins épaisse, suivant la grosseur de ces appendices, d'une substance granuleuse, brunâtre ou jaunâtre, que ce naturaliste a considérée comme le foie, détermination que j'adopte complétement, parce qu'il me semble véritablement impossible d'en donner une différente. Il faudrait donc admettre que l'oxygénation des matières nutritives se ferait à travers cet organe, et que la nature qui, dans la construction des parties destinées à la fonction de la respiration, a toujours cherché à rapprocher le plus possible le fluide extérieur du liquide sur lequel doit s'exercer son action, aurait suivi ici une règle toute contraire.

» 3°. En admettant que cette action de l'air fût encore possible, malgré ce que je viens de dire, resterait encore à expliquer, il me semble, comment le fluide nourricier, après l'avoir subie, pourrait être porté dans les diverses

parties du corps, chez des animaux qui n'offrent plus aucune trace d'organes circulatoires.

» 4°. Si l'on n'est plus préoccupé par l'idée de trouver dans l'organisation de ces animaux une combinaison organique qui remplace les appareils de la respiration et de la circulation, puisque ces appareils existeraient d'après mes observations, il est possible de donner de cette disposition *ramifiée* du tube digestif dans les Éolidiens une explication beaucoup plus naturelle. En effet, d'après ce que j'ai déjà dit ci-dessus, que ces ramifications aboutissaient dans le foie, et d'après ce qu'il me sera facile de faire voir, que les troncs qui les fournissent *s'ouvrent toujours* dans la poche stomacale, il me semble en résulter tout naturellement que ces canaux ramifiés ne sont autre chose que des canaux biliaires; aussi les trouve-t-on presque toujours remplis d'une matière épaisse et brunâtre qui a toute l'apparence de la bile. Cet appareil *gastro-biliaire* (dénomination qui me paraît dès lors plus convenable que celle de *gastro-vasculaire*) ne diffère du même appareil, chez la plupart des autres mollusques, qu'en ce que les vaisseaux biliaires, au lieu de se réunir successivement pour donner lieu à un tronc unique, forment de chaque côté une série de canaux qui s'ouvrent isolément dans la poche stomacale, et il est facile de saisir la liaison qui existe entre cette disposition et l'espèce de diffusion qu'offre, pour ainsi dire, le foie dans tous les appendices qui recouvrent le dos de l'animal. Dans un autre mollusque, sur les analogies duquel les zoologistes sont encore fort incertains, mais qui me paraît, sous beaucoup de rapports, devoir être placé à côté des Éolides, le Phylliroé, le foie se présente sous la forme de cœcums qui s'ouvrent isolément dans la cavité stomacale, et offre ainsi une disposition qui conduit à celle que l'on observe dans tous les mollusques de la famille des Éolides. Seulement, chez ces derniers, les cœcums du foie, au lieu de rester intérieurs, deviennent extérieurs en poussant, pour ainsi dire, la peau devant eux, particularité remarquable et tout à fait exceptionnelle, qui se rattache peut-être à quelques circonstances biologiques chez ces mollusques.

» Dans sa dernière communication à l'Académie, M. de Quatrefages a émis l'opinion que ce *morcellement* du foie se trouvait nécessité par la disposition *ramifiée* de la cavité digestive; mais cette nécessité n'est pas très-évidente, et, d'après ce que j'ai dit ci-dessus, cette position du foie autour des ramifications de l'estomac se trouve tout à fait en contradiction, au contraire, avec les fonctions que leur assigne ce naturaliste.

» J'ai déjà dit que cet appareil gastro-biliaire s'ouvrait toujours dans la cavité stomacale, et, en effet, c'est à tort que M. de Quatrefages le fait

aboutir aussi dans l'intestin ou dans la cavité buccale; ne pouvant entrer ici dans des détails à ce sujet, je me bornerai à dire que, dans tous ces mollusques, l'intestin proprement dit a échappé aux recherches de ce naturaliste; ce qui lui a fait assigner une position fausse à l'anus, ou l'a conduit à méconnaître l'existence de cette ouverture (1).

» Dans l'exposé que je viens de faire du résultat de mes recherches sur les Éolides et les autres genres qui appartiennent au même groupe, je n'ai mentionné que ce qui m'a paru avoir trait aux questions générales soulevées par le travail de M. de Quatrefages; mais je dois dire que, sur plusieurs autres points, mes observations sont en désaccord avec celles de ce naturaliste, et notamment sur les organes de la génération, dont la conformation ne me paraît ressembler en rien à la description qu'il en a donnée; je ferai voir, en effet, que cet appareil est tout à fait analogue à celui des autres mollusques nudibranches, et surtout des Tritonies.

» Parmi les autres genres de mollusques que M. de Quatrefages a placés à la suite des Éolidiens, dans son ordre des *phlébentérés*, se trouve celui qu'Ocken a désigné sous le nom d'*Actéon*, et qui est le même, ainsi que je m'en suis assuré, que le genre décrit par M. Risso, sous le nom d'*Elysie*. Les observations que j'ai faites aussi sur ce petit mollusque offrent une divergence complète avec celles de M. de Quatrefages, qui n'en a donné, du reste, qu'une description très-peu détaillée; mais je ne puis indiquer que très-brièvement ici les erreurs qu'il me paraît avoir commises.

» 1°. Contrairement aux assertions de ce naturaliste, l'Actéon a un cœur, un système artériel, etc., en un mot un appareil de circulation complet qui a beaucoup d'analogie avec celui des Éolides.

» 2°. La poche dorsale que M. de Quatrefages a considérée comme l'estomac et de laquelle naissent les canaux ramifiés qui recouvrent supérieurement les expansions latérales de l'animal, n'a aucune communication avec le tube digestif; c'est un appareil particulier qui s'ouvre au dehors par un orifice propre placé en arrière de celui de l'anus, et qui paraît servir à la respiration chez ce mollusque. Pareillement, les ramifications de cet appareil n'ont aucune communication avec les organes vésiculeux, *ampulliformes*, lesquels n'offrent nullement aussi la position régulière que ce naturaliste leur assigne dans ses figures.

---

(1) La description que M. de Quatrefages a donnée de l'appareil gastro-biliaire dans l'Éolidine est tout à fait inexacte; les canaux qui partent de la cavité stomacale n'aboutissent jamais à des troncs latéraux, comme le représente la figure donnée par ce naturaliste.

» 3°. Tout le tube digestif, à partir de la cavité buccale dont la description ne s'accorderait également pas avec mes observations, me paraît avoir échappé encore aux recherches de M. de Quatrefages.

» 4°. La position que M. de Quatrefages assigne à l'anus, *à la partie postérieure et médiane du corps,* est bien positivement inexacte; il n'y a dans ce point ni orifice ni *cloaque.* L'ouverture anale se trouve à la partie antérieure et dorsale de l'animal, du côté droit, et se présente toujours sous la forme d'un petit bourrelet saillant, fort reconnaissable.

» 5°. L'orifice génital n'est pas *unique*, et n'aurait également pas la position que lui assigne M. de Quatrefages; l'ouverture de l'oviducte se trouve du côté droit, dans un petit sillon qui descend de l'anus vers la face inférieure de l'animal; celle de l'organe mâle est située du même côté, à la base du tentacule.

» Mes observations sur ces caractères zoologiques de l'Actéon s'accordent tout à fait avec celles qui m'ont été communiquées par M. Vérany, de Gênes, qui a eu souvent l'occasion d'observer ce petit mollusque.

» M. de Quatrefages n'a donné aucun détail sur l'appareil reproducteur de l'Actéon; mais il semble dire que la disposition de cet appareil est la même que celle qu'il indique d'une manière succincte dans son genre Actéonie; dans ce cas, je pourrais encore affirmer que les organes de la génération dans l'Actéon n'ont aucune analogie avec la description qui est donnée par ce naturaliste.

» Je ne puis rien dire des genres Actéonie, Placobranche, Pavois et Chalide qui se trouvent encore dans l'ordre des mollusques *phlébentérés* de M. de Quatrefages, n'ayant pu jusqu'à présent me procurer ces mollusques. Mais de ces genres, le premier ou l'Actéonie ne différerait pas de l'Actéon, d'après ce naturaliste lui-même qui n'a, du reste, donné d'autre détail, sur son organisation intérieure, que la description fort courte de l'appareil générateur que j'ai déjà citée. C'est donc un genre dont on ne peut rien conclure. Le genre *Placobranche,* établi par Van-Hasselt, n'a été rapporté à cet ordre que par l'analogie qu'il offre avec le genre Actéon; resteraient donc les deux derniers genres Pavois et Chalide, au sujet desquels il m'est impossible d'opposer mes observations à celles de M. de Quatrefages (1). Mais si l'on veut bien tenir compte des nombreuses erreurs d'obser-

---

(1) Je n'ai pu examiner les objets même recueillis et décrits par M. de Quatrefages, ce naturaliste ne les ayant pas déposés dans les galeries du Muséum.

vation que j'ai indiquées dans le travail de ce naturaliste, et dont il me sera possible de fournir les preuves; si l'on veut encore admettre que ces erreurs ont pu être plus faciles à commettre sur des animaux qui sont presque microscopiques, il devra en résulter, je pense, que les faits que M. de Quatrefages a signalés dans l'organisation de ces mollusques n'offrent pas un degré de certitude suffisant pour être acceptés en bonne zoologie, ces faits se trouvant surtout en contradiction avec tous les autres faits acquis et avec toutes les analogies.

» En combattant, dans cette courte Note, les assertions avancées par M. de Quatrefages, j'ai pu quelquefois argumenter sur des faits qui ne me semblent pas avoir reçu l'explication la plus rationnelle, et chacun pourra, par conséquent, apprécier la valeur et la justesse de mes arguments; mais le plus souvent, je me suis trouvé en désaccord avec les faits, et je n'ai pu alors qu'en contester l'exactitude; je sais que ce qui me reste à faire à ce sujet, c'est de présenter les faits contraires; mais ces preuves, je les ai entre les mains, je les mettrai en même temps que mon travail sous les yeux de l'Académie, et elles mettront hors de doute, j'espère, tout ce que j'ai avancé et tout ce que j'ai contesté. »

CHIMIE. — *Faits pour servir à l'histoire du phosphore; par* M. **Alph. Dupasquier.**

« Les faits dont il sera question dans ce Mémoire se rapportent:

» 1°. A la coloration du phosphore par l'arsenic;

» 2°. A la reconnaissance et à la séparation de l'arsenic contenu dans le phosphore;

» 3°. A la conservation de ce dernier corps dans l'eau;

» 4°. A la phosphorescence de l'eau dans laquelle on conserve le phosphore;

» 5°. A l'action qu'exerce le phosphore sur les solutions d'acide arsénieux, d'acide arsénique et d'acide chromique;

» 6°. A la précipitation, soit à l'état cristallin ou pulvérulent, soit avec *adhérence et brillant métallique,* de plusieurs métaux par le phosphore, et à la décomposition incomplète, par le même agent, de quelques sels métalliques.

I. — *Coloration du phosphore par l'arsenic.*

» Dans les traités de Chimie, il est dit que le phosphore est tantôt transparent et sans couleur, tantôt d'un aspect corné, jaunâtre ou un peu bru-

nâtre, ce qu'on attribue simplement à des modifications dans l'arrangement des molécules de ce corps (1).

» Ces modifications de couleur et d'apparence se remarquent en effet dans les phosphores vendus par le commerce, mais je me suis assuré qu'elles tiennent à une cause toute différente de celle qui leur a été assignée.

» Dans l'état de *pureté parfaite*, en effet, et lorsqu'il n'a pas été exposé au contact de la lumière solaire (2), le phosphore est toujours *incolore et transparent*. Toutes les fois que, sans avoir reçu l'influence des rayons lumineux, ce corps présente un aspect *corné*, *jaunâtre*, *verdâtre* ou *brunâtre*, il doit cette apparence à un état d'*impureté*. Voici comment je suis arrivé à reconnaître ce fait et à m'assurer de son exactitude.

» Depuis longtemps on s'apercevait dans une fabrique de phosphore que ce produit était tantôt blanc et transparent, tantôt coloré en jaune verdâtre ou brunâtre plus ou moins intense, et de plus un peu opaque : quelquefois il était à peu près incolore au moment où l'on venait de l'obtenir; mais par son séjour dans l'eau, et d'ailleurs parfaitement à l'abri du contact de la lumière, il acquérait, après un temps plus ou moins long, un aspect corné ou une coloration rousse-brunâtre parfois très-prononcée. Ces diverses colorations du phosphore rendaient la vente de ce produit plus difficile; souvent même cette vente ne pouvait s'opérer qu'au moyen d'une diminution assez considérable dans le prix de cette marchandise. Cette circonstance avait porté le chef de l'établissement à rechercher la cause de ces colorations, mais il n'avait pu parvenir à la reconnaître.

» Consulté à cet égard, je demandai des échantillons de chaque produit, je fis l'analyse des différentes variétés de phosphore, et j'obtins les résultats suivants :

1°. Le phosphore, parfaitement incolore et transparent, même après une longue conservation,	était pur de toute substance métallique, et par conséquent ne contenait pas d'arsenic.
2°. Le phosphore jaunâtre ou jaune-verdâtre, immédiatement après sa fabrication,	contenait une forte proportion d'arsenic.

(1) Il n'est pas question ici de la coloration noire signalée par M. Thenard, et qui se manifeste quelquefois quand on refroidit ce corps subitement après l'avoir soumis à plusieurs distillations. J'ai à présenter plusieurs observations importantes sur la cause de cette coloration, mais elles seront consignées dans un autre Mémoire.

(2) On sait que la lumière communique promptement au phosphore une nuance rougeâtre; nous ne parlons ici que du phosphore coloré indépendamment du contact des rayons lumineux.

3°. Le phosphore, d'abord blanc (1) et un peu opaque, puis devenu corné, jaunâtre ou brunâtre, pendant sa conservation, à l'abri du contact de la lumière,	contenait de l'arsenic, mais en proportion moins considérable que le précédent.

» D'après ces résultats, je conclus que la coloration du phosphore, soit pendant sa fabrication, soit quand on le conserve à l'abri du contact de la lumière, était due *à la présence de l'arsenic*. J'annonçai en même temps que l'arsenic contenu dans le phosphore provenait sans doute de l'*acide sulfurique* employé pour obtenir le phosphate acide de chaux, ce qui fut reconnu exact. On s'assura, en effet, que le phosphore était blanc et se conservait incolore quand on employait, pour le préparer, de l'acide sulfurique *non arsénifère*, obtenu avec le soufre d'Italie, et qu'il était coloré, ou le devenait après quelque temps de conservation, quand on s'était servi pour l'extraire d'un acide sulfurique préparé par la calcination des pyrites, acide qui est généralement plus ou moins chargé d'arsenic. J'indiquai alors un procédé (que je ferai bientôt connaître), pour purifier cet acide de son arsenic; employé après cette épuration, il n'offrait plus le même inconvénient: le phosphore qu'on obtenait par son emploi était parfaitement transparent, incolore, et ne changeait pas d'aspect par sa conservation.

» La coloration du phosphore pendant sa fabrication tient évidemment à la formation d'un *phosphure d'arsenic*, lequel, comme on sait, dans son état d'isolement; est *noir*. Une petite quantité de ce phosphure peut donc suffire pour déterminer la coloration du phosphore auquel il se trouve associé. L'arsenic en s'alliant au phosphore peut d'ailleurs le rendre cassant, mais seulement quand il est en proportion suffisante pour lui communiquer une coloration jaune-verdâtre foncée.

» La coloration du phosphore conservé dans l'eau (à l'abri du contact de la lumière) tient à une autre cause : elle paraît dépendre de la formation d'une petite quantité d'*acide arsénieux*, due à l'action qu'exerce sur le phosphure d'arsenic l'oxygène de l'air tenu en solution dans l'eau, et sans doute aussi à la décomposition d'une petite portion de ce liquide par ce même phosphure. Quand l'acide arsénieux est formé, le phosphore (comme je le démontrerai bientôt) en précipite le métal, qui vient se fixer à sa surface et

---

(1) Le blanc, dans ce cas, n'est jamais aussi parfait que lorsque le phosphore est complétement exempt d'arsenic; il présente toujours une faible nuance qui, jointe au manque de transparence parfaite, suffit pour indiquer la présence de l'arsenic.

le colore d'autant plus qu'il est en proportion plus considérable. Quand la proportion d'arsenic est très-faible, la coloration est simplement cornée ou un peu roussâtre; elle est brune, brune-verdâtre ou brune foncée, quand cette proportion est un peu considérable. Souvent, et dans ce dernier cas surtout, la coloration se propage de la surface vers le centre, et *toute la masse du phosphore se trouve colorée.*

» Pour m'assurer de l'exactitude de cette dernière explication, j'ai enlevé la croûte roussâtre d'un phosphore qui s'était coloré sans le contact de la lumière, puis j'ai chauffé dans un tube les râclures de ce phosphore avec de l'éther. Le phosphore qui n'a pas été dissous par l'éther est devenu noir en se fondant. Des expériences subséquentes ont démontré que c'était alors un phosphure d'arsenic.

» J'ai fait d'ailleurs une autre expérience qui ne peut laisser aucun doute à cet égard : j'ai plongé plusieurs bâtons de phosphore non arsénifère parfaitement incolore dans une solution aqueuse d'acide arsénieux, abritée du contact de l'air. Au bout de peu de jours, le phosphore s'est coloré sensiblement. Peu à peu la nuance s'est foncée. Après un mois de conservation, le phosphore était brun foncé; en le coupant en travers, on pouvait apercevoir que la couleur brune s'était propagée à toute la masse. Ce phosphore, traité par le moyen qui va être indiqué maintenant, a fourni beaucoup d'arsenic.

II. — *Moyen de reconnaître et de séparer l'arsenic contenu dans le phosphore.*

» On peut reconnaître et séparer l'arsenic contenu dans le phosphore par la dissolution de ce dernier dans l'acide azotique; on forme ainsi de l'acide phosphorique et de l'acide arsénique, et l'on précipite ensuite l'arsenic à l'état de sulfure. Mais il est plus sûr de procéder de la manière suivante, comme je l'ai fait dans mes recherches sur la coloration du phosphore.

» On fait brûler en quatre ou cinq fois 25 ou 30 grammes de phosphore dans une petite capsule de porcelaine placée au milieu d'un large plat contenant de l'eau et recouvert d'une très-grande cloche en verre, disposée de manière à laisser pénétrer peu à peu l'air atmosphérique. La combustion du phosphore s'opère ainsi complétement, ainsi que celle de l'arsenic qui y est contenu, et les vapeurs arsenicales mélangées aux vapeurs d'acide phosphorique se dissolvent dans l'eau à mesure de leur formation. La combustion terminée, on laisse refroidir l'appareil, puis on en retire le liquide, qu'on filtre pour séparer l'oxyde de phosphore qui s'y trouve en état de suspension. On lave alors avec soin les parties de l'appareil qui peuvent retenir de l'acide, puis on réunit toutes les liqueurs, et l'on y fait passer un

courant d'acide sulfhydrique, lequel précipite immédiatement et complétement l'arsenic à l'état de sulfure.

» A quel état se trouve l'arsenic dans la solution d'acide phosphorique? très-certainement à l'état d'acide arsénieux, puisque le métal n'est rendu soluble que par une simple combustion à l'air.

III. — *Phénomènes résultant de la conservation du phosphore dans l'eau.*

» 1°. Quand le phosphore est *parfaitement pur,* il ne peut se colorer que sous l'influence de la lumière; mais sa pureté ne l'empêche pas de devenir plus ou moins opaque à la surface, en se couvrant peu à peu d'une croûte qui, dans ce cas, est *blanche,* sans nuance de jaune ou de brun, et sans aspect corné. Cette croûte, composée, selon M. Pelouze, d'hydrate de phosphore, se forme constamment, d'après l'observation de MM. Coignet, fabricants de phosphore, dans les eaux de source, de puits ou de rivière, qui contiennent des sels calcaires. Dans l'eau distillée, au contraire, le phosphore pur, parfaitement à l'abri des rayons lumineux et de l'air atmosphérique, paraît conserver indéfiniment sa transparence avec sa blancheur. Mais il n'en est plus de même si l'air qui se trouve en contact avec l'eau peut se renouveler, et surtout si ce liquide, au lieu d'avoir été distillé, contient des sels calcaires. Tels sont du moins les résultats d'expériences et d'observations faites par les habiles fabricants que je viens de nommer, et dont ils ont bien voulu me donner connaissance.

» La dernière remarque m'avait porté à croire que l'hydrate dans la croûte blanchâtre du phosphore pouvait se trouver associé à un sel calcaire; mais les recherches que j'ai faites pour m'en assurer, et qui ont consisté à dissoudre dans l'acide azotique des râclures fournies par la partie opaque d'un phosphore parfaitement blanc, puis à rechercher par des réactifs la chaux dans cette dissolution, ne m'ont fait découvrir que quelques traces de cette base. Il me serait donc impossible, quant à présent, d'expliquer la différence importante que paraissent présenter les eaux ordinaires et l'eau distillée, relativement à la formation de la croûte opaque du phosphore qu'on y conserve : peut-être ne tient-elle qu'à ce que les premières sont plus aérées.

» Les remarques précédentes ne seront pas toutefois sans quelque utilité : elles tendent en effet à prouver que la conservation du phosphore exige non-seulement qu'il soit préservé de l'action de la lumière solaire, mais encore qu'il soit plongé dans de l'*eau distillée, abritée autant que possible du contact de l'air atmosphérique.*

» 2°. Le phosphore plongé dans l'eau à la température ordinaire exerce, à la longue, une action décomposante sur ce liquide et donne lieu à son acidification, en même temps qu'à un dégagement lent et insensible de phosphure d'hydrogène. Cette action décomposante paraît s'exercer avec activité sous l'influence de la lumière solaire directe; sous celle de la lumière diffuse, elle persiste, mais agit avec plus de lenteur; le fait suivant prouve même qu'elle continue encore dans l'*obscurité la plus complète*. Quand on laisse séjourner longtemps du phosphore recouvert d'eau dans les boîtes de fer-blanc où on l'enferme d'ordinaire pour le transporter, l'air qui est renfermé dans ces boîtes en plus ou moins grande quantité et qui ne peut se renouveler, la boîte étant fermée par un couvercle parfaitement soudé, *devient explosif*. Si alors on tente d'ouvrir la boîte, en dessoudant son couvercle, par le contact d'un fer chauffé seulement un peu au-dessous du rouge, le gaz emprisonné dans la boîte s'enflamme aussitôt et donne lieu à une détonation qui détermine la rupture de ce vase et quelquefois même la projection du phosphore à une certaine distance. Ce phénomène, bien évidemment, est le résultat du mélange d'un gaz inflammable avec l'air, et ce gaz ne peut être de l'hydrogène pur, car il ne s'enflamme qu'à la chaleur rouge; c'est donc nécessairement un phosphure d'hydrogène, gaz qui ne demande qu'une chaleur bien moindre pour s'enflammer (1).

IV. — *Cause de la phosphorescence de l'eau dans laquelle on conserve le phosphore.*

» C'est par la solution d'une partie de ce gaz hydrogène phosphoré qu'on peut expliquer la propriété que possède l'eau où l'on a conservé du phosphore (dans un vase bien bouché) de devenir lumineuse ou phosphorescente quand on l'agite dans l'obscurité, au contact de l'air, et de cesser de présenter ce phénomène dès qu'elle est restée quelque temps en rapport avec l'oxygène atmosphérique; puis ensuite de redevenir lumineuse quand le flacon qui la contient, ainsi que le phosphore, est resté de nouveau parfaitement bouché pendant quelques jours.

» Jusqu'à présent on n'avait pas donné l'explication de ce phénomène, qui dépendrait ainsi de la combustion lente d'une petite quantité de phosphure d'hydrogène tenu en solution dans l'eau, combustion qui cesserait avec la décomposition complète de ce phosphure, pour se reproduire ensuite, par

(1) Pour éviter l'accident signalé dans ce passage, il faut ouvrir les boîtes de phosphore sans employer un fer chaud, c'est-à-dire en se servant tout simplement d'un ciseau.

a formation et la solution d'une nouvelle quantité de ce composé gazeux, lorsque le flacon reste bouché durant quelques jours.

» Cette explication paraît tellement naturelle, qu'il y a lieu de s'étonner qu'elle n'ait point encore été donnée.

V. — *Action désoxygénante du phosphore, à la température ordinaire, sur les solutions d'acide arsénieux, d'acide arsénique et d'acide chromique.*

» J'ai constaté par des expériences répétées, que le phosphore décompose les oxacides métalliques qui sont susceptibles d'être dissous dans l'eau, en opérant peu à peu, et très-lentement, la désoxygénation. C'est ainsi, par exemple, qu'il réagit sur les solutions d'acide arsénieux, d'acide arsénique et d'acide chromique.

» 1°. *Acide arsénieux.* — Plongé dans une solution aqueuse de cet acide, le phosphore, comme je l'ai déjà dit, se colore peu à peu et finit par devenir brun. Dans ce cas il est certainement précipité à l'état métallique; mais comme la réaction est très-lente, le métal paraît passer à l'état de phosphure à mesure qu'il est réduit. Cela explique pourquoi la couleur brune qui apparaît dans ce cas n'est pas sensiblement accompagnée de l'éclat métallique. Après un mois de réaction, quoique le phosphore plongé dans une solution concentrée d'acide arsénieux fût très-fortement coloré, la liqueur retenait encore une certaine proportion de cet acide.

» Dans une autre expérience j'ai mis le phosphore en contact avec de l'acide arsénieux en poudre et de l'eau. Le phosphore s'est recouvert peu à peu d'une légère couche métallique grise avec reflet un peu rosé.

» 2°. *Acide arsénique.* — Abandonné quelque temps dans une solution de cet acide, le phosphore s'est recouvert d'une forte couche métallique, brillante, présentant tous les caractères de l'arsenic qui vient d'être réduit. Il n'y avait pas de précipité au fond du vase.

» Dans une autre expérience, j'ai abandonné le phosphore au contact de l'acide arsénique pendant plusieurs mois. Après ce temps, les bâtons de phosphore, qui avaient pris une apparence métallique, présentaient dans plusieurs points une matière blanche, cristallisée sous forme de houppes ou de choux-fleurs. Ces cristaux, lavés à l'eau distillée, n'ont pu se dissoudre ensuite que dans une grande quantité de ce liquide. Leur solution, traitée par l'ammoniaque et l'azotate d'argent, donnait un précipité jaune; c'était de l'acide arsénieux.

» Ainsi le phosphore précipite d'abord une portion de l'arsenic de l'acide

arsénique à l'état de métal, puis il en transforme lentement une autre partie à l'état d'acide arsénieux.

» Dans une expérience où j'avais employé de l'acide arsénique retenant encore de l'acide azotique, la couche métallique ne s'est pas formée à la surface du phosphore, lequel a seulement bruni dans quelques points. Dans ce cas, sans doute, l'arsenic était redissous par l'acide azotique, à mesure de sa réduction.

» Le phosphore exerce aussi une action décomposante sur le biarséniate de potasse, mais elle est plus lente que sur l'acide arsénique libre.

» 3°. *Acide chromique et bichromate de potasse.* — Plongé dans une solution de cet acide, à la température ordinaire, le phosphore le décompose peu à peu, en le faisant passer à l'état d'*oxyde de chrome*, qui forme un précipité verdâtre, dont la quantité augmente chaque jour. Le phosphore, dans ce cas, ne change pas d'apparence.

» Dans une solution de *bichromate de potasse* la réaction est analogue; ce sel passe peu à peu à l'état de chromate neutre, pendant que l'acide surabondant est transformé en *oxyde de chrome*, qui se précipite.

» Dans une expérience, j'ai employé l'acide chromique mélangé d'acide sulfurique, ce qui a amené un résultat un peu différent : le liquide, qui était rouge, est passé peu à peu au vert foncé, mais il est resté limpide, et il ne s'est point formé de dépôt d'oxyde de chrome. Cet acide, dans ce cas, était passé à l'état de sulfate de chrome.

VI. — *Précipitation, soit à l'état cristallin ou pulvérulent, soit avec adhérence et brillant métallique, de plusieurs métaux par le phosphore; décomposition incomplète, par le même agent, de quelques sels métalliques.*

» On sait depuis longtemps que le phosphore noircit promptement dans une solution d'un sel de cuivre, en précipitant une légère couche de ce métal. La science possède encore d'autres faits épars de décomposition de sels métalliques par le phosphore réagissant à froid sur leur solution aqueuse; mais ce ne sont que des faits isolés et sans liaison, qui n'apprennent rien de positif relativement à l'action générale de ce corps sur les sels métalliques. Telle est la raison qui m'a engagé à faire une étude générale de l'action du phosphore sur les solutions des sels, des acides, et même des oxydes métalliques. Depuis longtemps je m'occupe de ce travail, dont quelques résultats ont été publiés dans le premier volume de mon *Traité élémentaire de Chimie industrielle*, lequel vient de paraître. Mon intention était de poursuivre mes recherches pour en faire l'objet d'un Mémoire spécial; mais je viens de

lire dans la *Revue industrielle* (numéro d'août 1844, paru en juillet), une Notice dans laquelle M. Levol annonce qu'il s'occupe de la même étude, et parle de la réaction du phosphore sur les sels de cuivre. Cette circonstance me détermine à faire connaître immédiatement une partie des résultats que j'ai obtenus, soit afin de ne pas être prévenu dans leur publication, soit pour ne pas être accusé d'avoir empiété sur l'objet des recherches d'un chimiste aussi distingué que M. Levol, dans le cas où il se trouverait plus tard que mes observations vinssent à porter sur les mêmes points que les siennes.

» Voici les résultats auxquels je suis arrivé en faisant réagir à froid des bâtons de phosphore blanc récemment moulés, et par conséquent exempts de la couche d'hydrate de phosphore qui se forme par leur conservation dans l'eau, hydrate qui rend plus difficile la réaction sur les sels métalliques.

» 1°. Le phosphore (comme il était d'ailleurs facile de le prévoir) n'exerce pas d'action décomposante sur les solutions des sels alcalins et terreux, de même que sur celles des sels de protoxyde de manganèse, de zinc, de fer, d'étain, de cadmium, de cobalt, de nickel, et même sur les sels neutres de plomb. Il n'y a d'exception à cet égard que pour les sels acides constitués par l'acide arsénique ou l'acide chromique. Dans ce dernier cas, la moitié de l'acide du bi-sel est décomposée, et ce sel peut être ramené lentement à l'état neutre.

» 2°. Le sulfate rouge de manganèse est promptement décoloré par le contact du phosphore, et passe ainsi à l'état de sulfate manganeux.

» 3°. Le phosphore précipite complétement de leurs dissolutions, même concentrées, non-seulement le cuivre, l'argent, l'or, mais encore le mercure, etc. Il exerce aussi une action décomposante sur le chlorure de platine; mais la réaction dans ce dernier cas diffère des précédentes.

» 4°. Quand le phosphore précipite un métal d'une solution saline, il agit de même à l'égard de tous les sels solubles formés par le même corps; bien plus, il décompose généralement aussi les sels insolubles, si l'on parvient à les dissoudre par un agent quelconque. C'est ainsi que le chlorure d'argent et la généralité des autres sels insolubles de ce métal sont promptement décomposés quand on met un fragment de phosphore dans leur solution ammoniacale. L'argent, dans ce cas, est précipité aussi rapidement que lorsque le phosphore agit sur les sels directement solubles; il peut même décomposer les sels insolubles d'argent à l'état hydraté pâteux, mais seulement au point de contact du phosphore et du sel insoluble. Les oxydes eux-mêmes, quand on peut les dissoudre par l'ammoniaque, sont décomposés par le phosphore

s'ils peuvent l'être à l'état de sel. Il précipite le cuivre par exemple, aussi rapidement et aussi complétement de l'ammoniure que du sulfate ou du chlorure de ce métal. Il décompose le protochlorure de cuivre comme le bichlorure.

» 5°. Quand un sel soluble est susceptible, par un changement de saturation, de passer à l'état de sel insoluble, et que le phosphore exerce sur lui une action décomposante, la décomposition s'arrête généralement au point où ce sel devient insoluble. C'est ainsi qu'agit le phosphore dans une solution concentrée de bichlorure de mercure. Au premier moment, le phosphore se couvre, il est vrai, d'une poudre grisâtre de mercure métallique, mais on voit ensuite se former peu à peu un précipité blanc de protochlorure. J'ai obtenu ainsi un dépôt abondant de chlorure mercureux cristallisé. La réaction terminée, la liqueur ne contenait plus de trace de mercure.

» 6°. Le mercure est ordinairement précipité sous forme d'une poudre grisâtre, formée de petits globules mercuriels. L'argent passe généralement à l'état cristallin, et se précipite avec l'éclat métallique.

» 7°. Plusieurs métaux, le cuivre et l'or par exemple, lorsque leurs solutions sont un peu concentrées, se précipitent de manière à former sur toute la surface du phosphore une belle couche métallique, parfaitement adhérente, et dont on peut augmenter l'épaisseur en renouvelant plusieurs fois la solution saline. J'ai obtenu ainsi des cylindres de phosphore parfaitement dorés ou cuivrés, et d'un très-bel éclat.

» 8°. Dans toutes ses réactions sur les sels, le phosphore paraît s'acidifier à un degré inférieur à l'acide phosphorique : du moins j'ai reconnu généralement que le liquide dont le métal avait été précipité, par un grand excès de phosphore, formait un précipité noirâtre avec l'azotate d'argent. Je me disposais à rechercher si c'est toujours le même acide qui se forme dans ces réactions, lorsque j'ai eu connaissance de la Notice de M. Levol.

» Tels sont les principaux résultats auxquels je suis arrivé; je regrette beaucoup d'être obligé de les publier avant d'avoir pu compléter mon travail. Les faits que j'ai observés sont susceptibles, du reste, de quelques applications, soit à l'analyse chimique, soit à l'industrie. Je me bornerai, pour le moment, à en indiquer une seule : c'est la réduction prompte et facile de tous les sels d'argent insolubles, même du chlorure, après les avoir dissous par l'ammoniaque (1). »

(1) La décomposition des sels insolubles qui peuvent être dissous par une substance intermédiaire, comme l'ammoniaque par exemple, peut aussi être opérée par les métaux qui décomposent les sels solubles des mêmes bases.

M. Porte écrit qu'au moment de quitter l'Amérique méridionale, où il avait consacré plusieurs années à des recherches d'histoire naturelle, il a eu connaissance de l'existence d'ossements fossiles dans la partie du pays qu'il allait quitter. Guidé par les premiers renseignements, il est parvenu à découvrir jusqu'à vingt-cinq gisements différents qui tous paraissent promettre au naturaliste qui pourra les explorer une abondante récolte. M. Porte désire soumettre au jugement de l'Académie les Notes qu'il a prises sur les lieux et les spécimens qu'il a recueillis.

Cette Lettre est renvoyée à une Commission composée de MM. Al. Brongniart, de Blainville et Flourens.

M. Sigaud, qui avait présenté, au mois de novembre dernier, une Note sur la cire *ocuba* et sur une autre cire végétale du Brésil, prie l'Académie de hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle cette Note a été renvoyée.

M. Sigaud fait en même temps hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de faire paraître sur le climat et les maladies du Brésil (*voir* au *Bulletin bibliographique*).

M. Wattemare adresse plusieurs volumes et brochures publiés en Amérique, et qu'il annonce offrir au nom de l'Institut national des États-Unis. M. Wattemare rappelle qu'il a fait l'an passé un envoi semblable, et exprime le désir qu'il soit fait un Rapport sur le degré d'utilité du plan qu'il a conçu relativement à un système d'échange d'ouvrages utiles entre l'Europe et l'Amérique.

Cette demande sera soumise à la Commission centrale administrative de l'Institut.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 6; in-4°.

Buffon. — Histoire de ses travaux et de ses idées; par M. FLOURENS; in-12.

Voyages de la Commission scientifique du Nord en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë, sous la direction de M. GAIMARD; 21e livr. in-fol.

Académie de Paris. — Faculté des Sciences. — Mémoire de Botanique. — Recherches sur le développement, la structure générale et la classification des Plantaginées et des Plumbaginées. — Mémoire de Géologie. — De l'origine des lacs. — Thèse pour le doctorat; par M. BARNÉOUD; in-4°. (Présenté par M. GAUDICHAUD.)

Du Climat et des Maladies du Brésil, ou Statistique médicale de cet empire; par M. SIGAUD; 1 vol. in-8°.

Fortification permanente. — Défauts des fronts bastionnés en usage, modifications nécessaires. — Bases d'un nouveau système; par M. MADELAINE; 1er Mémoire; in-8°.

Types de chaque famille et des principaux genres des Plantes croissant spontanément en France; par M. PLÉE; 10e livr.; in-4°.

Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille, année 1842; Lille, 1843; in-8°.

Hygiène des bains de mer, de leurs avantages et des dangers de leurs abus; par M. LECOMTE; broch. in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; tome V, 51e livr.; in-8°.

Statistique appliquée au magnétisme. — Note sur la manière de corriger le défaut de centrage des boussoles d'inclinaison; par M. E. BARY, professeur au collége Charlemagne; ½ feuille in-8°.

Compte rendu des travaux de la Société d'Horticulture depuis l'exposition de 1843; *par* M. BAILLY, de Merlieux; broch. in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; août 1844; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; août 1844; in-8°.

Revue zoologique; par la Société cuviérienne; n° 7; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques* de M. SCHUMACHER; n° 511; in-4°.

Das naturell... *Du Naturel, des Maladies, de la Thérapeutique et de la Matière médicale des indigènes brésiliens; par* M. MARTIUS; Munich; broch. in-12.

Il progresso... *Le progrès des Sciences, des Lettres et des Arts;* nouvelle série, première année; 2e livr., mars et avril 1844; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 32; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 91 à 93; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 11 et 12.

L'Expérience; n° 371; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AOUT 1844.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Arago** a présenté, de la part de M. **Charles Dupin**, actuellement absent par raison de santé, le discours que l'honorable président de l'Académie prononça à la Chambre des Pairs le 1er août 1844. M. Arago a saisi cette circonstance pour s'associer, sans restriction, aux nobles opinions de son confrère, touchant le mode de désignation des candidats aux places de professeurs et d'examinateurs à l'École Polytechnique. Il a cru, toutefois, devoir indiquer diverses inexactitudes qui, dans la chaleur de l'improvisation, échappèrent à l'orateur. Quoique la rectification de ces erreurs de fait ne puisse enlever aucune force aux arguments développés par le président de l'Académie des Sciences, M. Arago a pensé que, dans les circonstances présentes, il était convenable qu'une bouche amie en prît l'initiative.

ANALYSE DES PROBABILITÉS. — *Recherches sur une question de l'analyse des probabilités, relative à une série d'épreuves à chances variables, et qui exige la détermination du terme principal du développement d'une factorielle, formée d'un grand nombre de facteurs; par* M. **J. Binet**. (Extrait.)

« D'Alembert a traité plusieurs questions de probabilités dans le *Diction-*

naire mathématique de l'Encyclopédie: une des plus simples est ainsi énoncée: « Pierre tient huit cartes dans ses mains, qui sont un as, un deux, un » trois, un quatre, un cinq, un six, un sept et un huit, qu'il a mêlées; Paul » parie que les tirant l'une après l'autre, il les devinera à mesure qu'il les » tirera: on demande combien Pierre doit parier, contre un, que Paul ne » réussira pas dans son entreprise? » D'Alembert calcule l'espérance de Paul par la fraction

$$\frac{1}{8}\cdot\frac{1}{7}\cdot\frac{1}{6}\cdot\frac{1}{5}\cdot\frac{1}{4}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{2}=\frac{1}{40320};$$

il forme en conséquence le rapport exact des mises au jeu dans le pari ouvert. Il dit ensuite: « Si Paul pariait d'amener ou de deviner juste à un des sept » coups seulement, son espérance serait

$$\frac{1}{8}+\frac{1}{7}+\frac{1}{6}+\frac{1}{5}+\frac{1}{4}+\frac{1}{3}+\frac{1}{2};$$

» et par conséquent l'enjeu de Pierre à celui de Paul, comme

$$\frac{1}{8}+\frac{1}{7}+\frac{1}{6}+\ldots+\frac{1}{2}\quad\text{à}\quad 1-\frac{1}{8}-\frac{1}{7}-\ldots-\frac{1}{2}.\text{ »}$$

Deux autres questions analogues conduisent, comme celle-ci, d'Alembert à des solutions manifestement inexactes (article *Cartes* du Dictionnaire cité): la somme $\frac{1}{8}+\frac{1}{7}+\frac{1}{6}+\frac{1}{5}+\frac{1}{4}+\frac{1}{3}+\frac{1}{2}$ est un nombre supérieur à l'unité; elle ne peut être la mesure d'une probabilité. Cette seule remarque aurait averti d'Alembert de son inadvertance et l'eût ramené à la solution exacte de ses questions; car elles ne supposent que les principes les plus usuels de la doctrine des chances; il eût trouvé pour réponse à la seconde question la fraction

$$\frac{1}{8}\left(\frac{1}{7}+\frac{1}{6}+\frac{1}{5}+\frac{1}{4}+\frac{1}{3}+\frac{1}{2}+1\right)=0{,}299107\ldots;$$

c'est la chance de Paul de deviner un seul point sur les sept tirages, entre les huit cartes. Les autres cas de ce problème se résolvent aussi fort aisément.

» Le problème traité par d'Alembert présente des chances aléatoires variables d'une épreuve à l'autre, et sous ce rapport de nombreuses questions

de probabilités peuvent se rattacher aux méthodes qui serviront à le résoudre. Il offre, par exemple, les mêmes chances que la question suivante : on a renfermé dans une urne deux boules égales, l'une blanche, l'autre noire, afin d'opérer le tirage au sort d'une boule dans l'urne; on y rétablit après le tirage les deux boules accompagnées d'une seconde boule noire, et l'on extrait de l'urne, au hasard, une seule boule parmi les trois qu'elle contient; pour un troisième tirage à opérer dans l'urne, on rétablira les trois boules précédentes en leur adjoignant une nouvelle noire; on continuera ainsi à augmenter le nombre des noires pour chaque nouveau tirage à effectuer dans l'urne, laquelle ne renfermera constamment qu'une seule blanche. Cela posé, on demande la probabilité que, sur n tirages successifs, on n'aura pas amené une seule fois la boule blanche; on demande aussi la probabilité d'extraire une fois seulement la blanche; ou bien de l'extraire deux fois, ou trois fois, etc., dans les n tirages; ou enfin de n'amener que la blanche dans tous les tirages. Dans ce problème, les chances variables d'un coup à l'autre décroissent graduellement au lieu d'augmenter comme dans le premier problème, mais il est évident que les résultats sont les mêmes.

» Dans la théorie des probabilités, comme dans celle des nombres entiers, il arrive quelquefois que les problèmes les plus simples donnent ouverture à des questions qui offrent aux analystes d'âpres difficultés, et qui exigent, pour être traitées, des méthodes tout autres que celles auxquelles on pouvait s'attendre en les abordant. Les chances respectives de deux joueurs étant supposées constantes à chaque épreuve ou à chaque coup, Jacques Bernoulli se proposa de déterminer le caractère de la plus haute probabilité qui doive se présenter dans une longue suite d'épreuves répétées : de cette question est résulté un théorème capital dans la doctrine des chances; mais il n'a pas fallu moins que le concours des efforts successifs de Moivre et de Laplace pour parvenir à l'expression complète des éléments, et des conséquences qui sont naturellement sorties de ce théorème. Poisson a encore ajouté à ces belles recherches des résultats importants qui s'étendent aux cas où les chances varient d'une épreuve à l'autre, sous quelques conditions.

» Ayant désigné par n le nombre des épreuves du second énoncé que nous avons donné ci-dessus, les diverses chances favorables à l'un des deux adversaires sont fournies par le développement, selon les puissances de la lettre x, de la fonction algébrique

$$\frac{(1+x)(2+x)(3+x)\ldots\ldots(n+x)}{2\;.\;3\;.\;4\;\ldots\ldots(n+1)} = \mathrm{X},$$

en sorte que ce développement étant représenté par

$$X = P + P_1 x + P_2 x^2 + P_3 x^3 + \ldots\ldots + P_n x^n,$$

le premier coefficient P est la probabilité de n'amener aucune boule blanche dans les n tirages; P_1 est la probabilité d'amener une seule boule blanche dans ces mêmes tirages; P_2 est la probabilité d'amener deux blanches, et ainsi des autres coefficients P_3, P_4, etc., jusqu'à P_n qui exprime la probabilité d'amener n blanches dans les n tirages. Nous avons déjà remarqué qu'à chaque coup ou à chaque épreuve, les chances des deux adversaires, à cette partie, sont continuellement variables, au lieu d'être constantes, comme dans la question de Bernoulli; il se présente néanmoins une recherche analogue à la première proposition de Bernoulli : on démontre, en effet, assez promptement qu'il existe une certaine probabilité P_h qui surpasse toutes les autres, pour un nombre donné n d'épreuves; mais il a été plus difficile d'assigner le rang et la valeur de cette plus grande probabilité, quand le nombre des épreuves devient considérable. D'après la forme du polynôme X, cette question revenait évidemment à déterminer dans une factorielle de l'ordre n

$$(1 + x)(2 + x)(3 + x)\ldots\ldots(n + x),$$

transformée en un polynôme

$$A + A_1 x + A_2 x^2 + \text{etc.} + A_n x^n,$$

quel est le plus grand de tous les nombres entiers

$$A,\ A_1,\ A_2,\ldots,\ A_n:$$

ce plus grand coefficient est ce que je nomme le terme principal. Ces sortes de factorielles s'étant présentées dans une multitude de recherches, ont beaucoup occupé les analystes. Leur considération a conduit Lagrange à la première démonstration du théorème de Wilson, sur les nombres premiers, et pour cet objet il eut à établir le mode de dérivation des coefficients les uns des autres. Mais ces relations ne peuvent conduire au but que je viens d'indiquer. Il m'a fallu, pour y arriver, abandonner les ressources de la simple algèbre, et faire intervenir des méthodes qui n'étaient pas familières aux analystes au temps de d'Alembert, et qui ont été perfectionnées par de récents travaux.

» Quand il s'agit d'une factorielle provenant de quelques facteurs seulement, le calcul immédiat donne ses coefficients, et l'on a

$$(1+x)(2+x) = 2 + 3x + x^2,$$
$$(1+x)(2+x)(3+x) = 6 + 11x + 6x^2 + x^3,$$
$$(1+x)(2+x)\ldots\ldots(4+x) = 24 + 50x + 35x^2 + 10x^3 + x^4,$$
$$(1+x)(2+x)\ldots\ldots(5+x) = 120 + 274x + 225x^2 + 85x^3 + 15x^4 + x^5,$$
. . . .
$$(1+x)(2+x)\ldots\ldots(9+x) = 362880 + 1026576x + 1172700x^2 + \\ + 723680x^3 + 269325x^4 + 63273x^5 + 9450x^6 + 870x^7 + 45x^8 + x^9.$$

Ces exemples montrent que le terme principal est A_1 dans les premières factorielles, et qu'il devient A_2 pour la neuvième et même dès la septième, ainsi qu'on peut le voir dans les traités de Stirling ou de Kramp. Mais ce calcul est impraticable pour un grand nombre de facteurs, et ne fait rien connaître sur la loi cherchée. Voici en quoi consiste la solution à laquelle je suis parvenu, en supposant que n est un nombre un peu grand ou très-considérable. Soit

$$L = \log(n+1) - \alpha - \frac{1}{2(n+1)} - \frac{1}{4(n+1)(n+2)} - \frac{1}{18(n+1)(n+2)(n+3)} - \text{etc.};$$

α est une constante égale à 0,4227842..., et le logarithme de $(n+1)$ est hyperbolique : on prendra, pour l'indice h, de A_h, le nombre entier immédiatement supérieur à L; or, on a prouvé dans le Mémoire, 1° que la série des nombres entiers $A < A_1 < A_2 < \ldots\ldots < A_{h-2}$ sera toujours ascendante; 2° qu'elle pourra, dans certains cas, demeurer croissante jusqu'à A_{h-1}, ou même à A_h, mais elle sera nécessairement décroissante depuis $A_h > A_{h+1} > A_{h+2} > \ldots\ldots$ jusqu'à A_n: l'origine du coefficient α, ainsi que des autres coefficients de la suite, sera expliquée dans le Mémoire.

» Si l'on applique cette formule au cas de $n = 9$, on aura

$$L = \log(10) - \left[0,4228 + \frac{1}{20} + \frac{1}{440} + \text{etc.}\right]:$$

or $\log(10) = 2,30258$; il en résulte $L = 1,807\ldots$ Le nombre entier h consécutif à L étant 2, le terme A_h est, dans cet exemple, A_2; c'est, en effet, celui à partir duquel les A_3, A_4,..., A_9 ne cessent de décroître dans la factorielle $\frac{\Gamma(x+10)}{\Gamma(x)}$ que nous avons rapportée.

» Ainsi, lorsque l'on a formé le produit des nombres naturels $1, 2, 3, \ldots, n$, et que ce produit est $A = 1.2.3 \ldots n$; que l'on a formé la somme A_1 des produits $n-1$ à $n-1$ de ces nombres; la somme des produits A_2 de ces mêmes entiers, pris $n-2$ à $n-2$, et ainsi des autres sommes A_3, A_4, etc.; la plus grande de toutes ces sommes, ou le terme principal, se trouve répondre à un indice h, ou $h-1$, ou $h-2$, h étant à peu près l'entier supérieur à $\log(n)$ quand n est un fort grand nombre.

» Dans la question de probabilités proposée ci-dessus, la plus grande des chances sur un nombre n d'épreuves répond donc à l'un des trois indices $h-2$, $h-1$, ou h, le nombre h étant déterminé par la formule que nous venons de rapporter; et quand ce nombre d'épreuves est fort grand, h est presque égal à $\log(n)$, c'est-à-dire que la meilleure chance à choisir serait celle d'extraire la boule blanche dans les n tirages, un nombre de fois marqué par l'entier supérieur $\log(n) - \alpha$, ou par l'un des deux entiers inférieurs: alors ces trois chances diffèrent peu l'une de l'autre.

» On voit maintenant à quel point le résultat auquel nous arrivons semble s'éloigner de ce qu'enseigne la première proposition de Bernoulli : cette proposition prouve que l'indice de la plus haute probabilité, dans les répétitions très-nombreuses des épreuves à chances constantes, est proportionnel au grand nombre n des répétitions de l'épreuve; dans notre problème, où les chances varient sans cesse d'une épreuve à l'autre, l'indice de la haute probabilité est fourni par le logarithme hyperbolique du nombre des répétitions, au lieu d'être proportionnel à ce nombre partagé selon le rapport constant des probabilités de l'épreuve simple.

» Poisson a traité d'une manière très-générale les probabilités qui résultent de la répétition indéfinie des épreuves à chances variables, afin d'étendre les théorèmes de Bernoulli, ou plutôt de trouver la règle qui doit leur être substituée, quand les chances opposées de deux événements ne sont plus constantes à chaque épreuve : sous ce rapport, la question dont je viens de m'occuper semblerait rentrer dans la catégorie de celles que Poisson avait en vue; mais on remarquera aisément, en suivant l'analyse fort délicate de l'illustre géomètre, qu'elle suppose que la probabilité variable de l'un des événements dans les épreuves successives ne décroisse pas sans cesse, de manière à s'annuler si le nombre des épreuves est infini; l'auteur excepte formellement ce cas qui est précisément celui du problème que j'ai voulu résoudre. On remarquera, en outre, que toute l'analyse de Poisson repose expressément sur la supposition du nombre immense des répétitions, qu'il nomme μ, et qu'il entend traiter comme infini : dans mes spéculations, le

nombre n est supposé d'une certaine grandeur, de 8 ou 10, unités par exemple, et peut être ensuite indéfiniment augmenté. Ces circonstances du problème ont exigé une analyse qui diffère essentiellement de celle de Poisson ; mais je me suis assuré que dans le cas du nombre infini des répétitions, ou du moins dans le cas de n immense, la proposition énoncée dans l'article 95 de l'ouvrage *Sur la probabilité des jugements en matière criminelle*, pourrait fournir le même résultat que ma formule, en sorte que cette proposition convient à un cas qui semblait hors des conditions de sa démonstration. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Expériences sur l'alimentation des vaches avec des betteraves et des pommes de terre ; par* M. **Boussingault**. (Extrait.)

« Dans ces derniers temps, M. Playfair a publié quelques observations qui sont de nature à faire supposer que la matière butyreuse du lait peut avoir pour origine, tout aussi bien le sucre et l'amidon, que les substances analogues aux corps gras qui font généralement partie des fourrages. Au premier aperçu, ces observations semblent concluantes. Malheureusement, M. Playfair, pressé sans doute d'arriver à une conclusion, a exécuté ses recherches avec une telle activité, qu'en *quatre jours*, il a essayé successivement l'influence de *quatre régimes distincts* sur la lactation ; et, dans son empressement, l'auteur s'est contenté d'analyser le lait, en négligeant la détermination des principes solubles dans l'éther qui existaient dans les aliments consommés. C'est ainsi que M. Playfair admet dans le foin $1\frac{1}{2}$ pour 100 de matières grasses, lorsqu'il est avéré aujourd'hui que ce fourrage en contient généralement plus de 3 pour 100. Aussi, en assignant aux aliments employés la proportion de substances grasses qui s'y rencontre le plus habituellement, on trouve que, sur les quatre expériences, il y en a deux qui justifient l'opinion qui attribue l'origine de la graisse des animaux aux corps de nature grasse qui préexistent dans les végétaux alimentaires ; les deux autres expériences ont donné, tout au contraire, des résultats qui ne s'accordent plus avec cette manière de voir.

» Dans ces deux expériences qui, ensemble, ont duré *quarante-huit heures* et pendant lesquelles la vache a reçu pour nourriture, dans un cas, du foin, des pommes de terre et des fèves ; et dans l'autre, du foin et des pommes de terre seulement, le beurre contenu dans le lait recueilli en un jour excédait de près de 300 grammes la matière grasse que l'on pouvait supposer dans les fourrages. Si ces deux observations sont exactes, et je n'élève pas l'ombre d'un doute sur leur exactitude, il semble effectivement qu'on doive en con-

clure que la plus grande partie du beurre a été formée avec l'amidon des tubercules qui entraient pour plus de 12 kilogrammes dans la ration diurne.

» Je ne crois pas cependant qu'une observation de quarante-huit heures soit suffisante pour tirer, je ne dis pas une semblable conclusion, mais une conclusion quelconque quand il s'agit d'une question d'alimentation. En restreignant dans des limites trop étroites la durée des observations, on peut arriver aux conséquences les plus fausses. Par exemple, M. Playfair a fait consommer à une vache $6^{kil},3$ de foin, et $13^{kil},6$ de pommes de terre, ration dans laquelle il entrait au plus 250 grammes de matières grasses, et on a obtenu $11^{kil},5$ de lait, renfermant, d'après l'analyse, 540 grammes de beurre; il y a eu par conséquent dans le lait 290 grammes de gras de plus qu'il ne s'en trouvait dans le fourrage. Mais l'intervalle de vingt-quatre heures est tellement court, que je suis persuadé que si l'on n'eût rien du tout donné à manger à la vache, que je suppose grasse et bien en chair, elle aurait encore rendu, malgré l'abstinence, 8 à 10 kilogrammes de lait, contenant certainement 300 à 400 grammes de beurre. En concluerait-on que le beurre dérive de rien? Non, sans doute, et on admettrait, comme on l'admet dans les expériences sur l'inanition, que dans cette circonstance un animal forme les produits qu'il rend par la respiration et par les sécrétions, aux dépens de sa propre substance, en perdant de son poids?

» A une époque où je n'attachais pas une bien grande importance à la présence des principes gras dans les fourrages, j'eus l'occasion de reconnaître l'effet défavorable que produit sur les vaches laitières une ration dans laquelle il entre une trop forte proportion de pommes de terre. Une vache rationnée avec 38 kilogrammes de tubercules, et qui mangeait en outre de la paille hachée, continua à donner le lait qu'elle rendait sous le régime du foin; le lait diminua graduellement, comme il arrive toujours à mesure que l'époque du part s'éloigne. Sous l'influence de cette nourriture, qui ne comportait pas assez de matières grasses, la vache souffrit notablement, mais il fallut qu'il s'écoulât un certain temps pour s'apercevoir de l'amaigrissement qu'elle éprouvait; si l'observation, qui s'est prolongée pendant onze jours, n'eût duré que vingt-quatre heures, le résultat fâcheux qu'on a constaté aurait sans doute passé inaperçu.

» S'il était démontré que, dans l'alimentation des vaches, le sucre et l'amidon concourent directement à la production du beurre, et que, par conséquent, les racines et les tubercules peuvent être substitués sans inconvénient au foin, aux grains, aux tourteaux huileux, la pratique retirerait très-fréquemment, de cette substitution, des profits considérables. La ques-

tion de l'influence d'un semblable régime sur la lactation ne saurait donc être trop examinée, et c'est en raison de son importance et en vue de son utilité, que je me suis décidé à nourrir deux vaches uniquement avec des betteraves et des pommes de terre.

» Les deux pièces mises en expérience se trouvaient dans des conditions assez semblables. Galatée, âgée de sept ans (n° 5 de l'étable), avait fait son veau quatre-vingt-seize jours avant le commencement des observations. Waldeburge (n° 8) avait vêlé depuis quarante jours; on venait de lui retirer son veau. Ces deux vaches étaient au régime de l'étable, qui se composait, par tête et par vingt-quatre heures, de

Foin.	12 kilogrammes.
Pommes de terre.	8,5
Betteraves..	12
Tourteau de colza.	7
Paille hachée à discrétion.	

Avec ce régime, la moyenne du lait rendu par chacune de ces vaches a été de 8 à 9 litres.

» Comme il importait que les vaches ne prissent aucune autre nourriture que celle sur laquelle il s'agissait d'expérimenter, on les priva de litière, et, afin qu'elles ne souffrissent point de cette privation, on établit dans leurs stalles une estrade en planches, sur laquelle elles reposaient commodément.

» On peut juger, par l'ensemble des pesées exécutées dans ces recherches, de l'état d'amaigrissement auquel sont arrivées les deux vaches laitières par suite de l'alimentation aux racines et aux tubercules, et malgré le régime réparateur du regain qu'elles ont reçu dans l'intervalle des deux expériences extrêmes.

	Poids des deux vaches.
Pendant l'alimentation normale, huit jours avant la première expérience. . .	1205 kil.
Après avoir été nourries pendant quelques jours (*lestées*) avec des betteraves.	1161
Après dix-sept jours de régime aux betteraves.	1074
Après avoir été *lestées* avec du regain de foin..	1114
Après quinze jours de nourriture au regain de foin..	1156
Après avoir été *lestées* avec des pommes de terre.	1073
Après quatorze jours d'alimentation aux pommes de terre..	1040
Différence extrême.	165 kil.

» On trouve, en définitive, que les deux vaches mises en expérience ont perdu, par tête, $82^k,5$, par suite du régime aux betteraves et aux pommes

de terre. Cette énorme perte explique suffisamment l'état de maigreur dans lequel sont tombés ces animaux, auxquels il a fallu un temps assez long pour se rétablir. Le n° 5 n'a plus voulu recevoir le taureau ; cette vache a repris de l'embonpoint, mais son lait a diminué constamment, jusqu'à disparaître presque entièrement. Waldeburge, le n° 8, a continué à donner du lait tout en prenant de la graisse; elle a été saillie et porte.

» Ainsi, à compter de la fin de l'expérience faite avec les pommes de terre, les vaches mises d'abord au foin pendant quinze jours, et au trèfle durant un mois, ont pesé :

N° 5 . . .	575 kilogr.,	ayant rendu	4 litres de lait par jour.
N° 8 . . .	578		5

Après deux mois de régime au trèfle :

N° 5 . . .	610	Lait par jour,	2
N° 8 . . .	590		6

les deux vaches avaient repris leur poids initial.

» Il résulte évidemment des faits qui viennent d'être exposés, que les betteraves ou les pommes de terre données seules sont insuffisantes pour nourrir convenablement les vaches laitières, alors même que ces fourrages sont administrés avec abondance, on peut même dire à discrétion, puisque très-souvent les vaches ont laissé une partie de la ration qui leur était offerte.

» Une ration alimentaire peut être insuffisante par diverses causes : 1° si la nourriture ne contient pas une quantité de principes azotés capable de réparer les pertes des principes également azotés qui sont éliminés de l'organisme; 2° si les matières digestibles ne renferment pas le carbone nécessaire pour remplacer celui qui est brûlé dans la respiration ou rendu avec les sécrétions; 3° si les aliments ne sont pas assez chargés de sels, particulièrement de phosphates, pour restituer à l'économie ceux de ces principes salins qui en sont continuellement expulsés; 4° enfin, et d'après des vues qui ont été émises dernièrement, la ration sera insuffisante, si elle n'est pas assez riche en matières grasses pour suppléer à celles qui sont entraînées par le lait ou par les autres sécrétions.

» Ces principes admis, il convient d'examiner si les régimes alimentaires auxquels les vaches ont été soumises dans le cours de ces recherches, remplissaient les diverses conditions qui, par leur ensemble, constituent un aliment complet.

	POIDS des aliments ou des produits pour vingt-quatre heures.	PRINCIPES CONTENUS.			
		Carbone.	Viande.	Acide phosphorique (*).	Matières grasses.
Nourriture aux betteraves.					
Une vache a rendu : lait............	kil. 6,15	449 gr.	230 gr.	7 gr.	246 gr.
Excréments secs (**)...............	1,22	488	"	"	43
		937	230	7	289
Betteraves consommées..............	64,0	3358	830	29	64
Différences........................		+2421	+ 600	+ 22	— 225
Nourriture aux pommes de terre.					
Une vache a rendu : lait............	4,55	355	192	6	197
Excréments secs....................	3,03	1212	"	"	18
		1567	192	6	215
Pommes de terre consommées.........	38,46	4079	869	42	77
Différences........................		+2512	+ 677	+ 36	— 138
Nourriture au regain.					
Une vache a rendu : lait............	5,31	390	191	6	273
Excréments secs....................	5,13	2052	"	"	169
		2442	191	6	442
Regain consommé....................	15,70	6122	1177	53	550
Différences........................		+3680	+ 986	+ 47	+ 108

(*) Acide phosphorique formant des phosphates de chaux, de magnésie, de fer et de potasse.
(**) D'après mes anciennes analyses, j'admets 0,40 de carbone.

» On voit que les éléments que l'on considère généralement comme essentiels à la nutrition étaient abondamment représentés dans les régimes qui ont été étudiés. On sait qu'une vache brûle, en vingt-quatre heures, par la respiration, 2 à 3 kilogrammes de carbone, en même temps qu'elle en émet 300 à 400 grammes par les urines. L'excès de carbone, qu'on remarque constamment dans les aliments, suffit évidemment pour subvenir aux pertes qui

ont lieu par les voies que je viens d'indiquer. On reconnaît également que, dans les trois régimes, les substances azotées, les phosphates ont toujours été en grand excès par rapport aux mêmes principes qui existaient dans le lait dosé : cette quantité excédante a nécessairement passé dans les déjections. Ainsi, dans la nourriture reçue par les vaches, il y avait assez de sucre et d'amidon, assez de principes azotés, assez de substances salines pour suffire à la production de la chaleur animale, pour réparer toutes les pertes occasionnées par les sécrétions; et cependant, sur les trois rations essayées, il en est deux, celle des racines et celle des tubercules, qui ont été réellement insuffisantes. Ce sont précisément les deux rations qui contenaient une quantité de principes gras de beaucoup inférieure à celle qui faisait partie du lait et des déjections.

» Les faits qui sont rassemblés dans ce Mémoire recevront sans doute diverses explications. Cependant je crois que leur interprétation la plus naturelle, celle du moins qui s'accorde le mieux avec l'ensemble des résultats pratiques que j'ai eu l'occasion d'enregistrer, consiste à admettre que les aliments des herbivores doivent toujours renfermer une dose déterminée de substances analogues à la graisse, destinées à concourir à la production du gras des tissus, ou à la formation de plusieurs sécrétions qui, comme le lait et la bile, contiennent des matières grasses en proportion notable. Si, malgré une dose insuffisante de principes gras dans les fourrages qu'elles consomment, des vaches continuent à donner les produits qu'on en obtenait sous l'influence d'un régime alimentaire complet, c'est qu'elles contribuent à l'élaboration de ces sécrétions aux dépens de leur propre graisse. Chaque jour peut-être, pendant un temps limité, une vache, placée dans ces circonstances, rendra le même nombre de litres de lait. Il n'y aura pas diminution subite; mais chaque jour aussi, comme je l'ai constaté, la vache perdra 1 à 2 kilogrammes de son poids; et si l'on persiste à lui donner une nourriture incomplète, quelque abondante que soit d'ailleurs cette nourriture, l'amaigrissement qui en sera la conséquence pourra devenir tel, que l'existence de la vache en soit sérieusement compromise. »

« M. **Dumas**, après avoir donné lecture du Mémoire de M. Boussingault, ajoute qu'il vient de recevoir, en outre, une Lettre de son honorable ami, dans laquelle il lui donne les détails de l'expérience qu'il vient de terminer sur l'engraissement des porcs au moyen de pommes de terre. Les résultats en sont parfaitement d'accord avec ceux qui concernent la production du beurre.

» Deux porcs jumeaux ont fait l'objet de l'expérience. L'un pesait $60^k,5$ et renfermait $15^k,48$ de graisse anhydre.

» L'autre pesait $59^k,5$. Il a été mis au régime des pommes de terre pendant deux cent cinq jours. Il a, pendant ce temps, dévoré 1 500 kilogr. de tubercules renfermant 3 kilogr. de graisse anhydre. Or, à l'analyse, cet animal a donné $17^k,39$ de graisse également anhydre.

» Il est évident que ce résultat est tout à fait contraire aux opinions qui admettent la formation de la graisse par les herbivores, et qu'elle s'accorde avec celles qui ont été émises de concert par MM. Boussingault, Payen et moi. »

M. **Warden** fait hommage à l'Académie du XVIIIe volume de l'*Art de vérifier les dates*.

« Ce volume, dit M. Warden, contient une description géographique et historique de six provinces de l'Amérique du Nord, jusqu'à l'établissement de leurs constitutions respectives, comme États indépendants; savoir, New-York, Pensylvanie, Maryland, les deux Carolines et la Georgie. »

RAPPORTS.

BOTANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Duchartre**, docteur ès sciences, *ayant pour titre :* Observations sur l'organogénie de la fleur, et en particulier de l'ovaire, chez les plantes à placenta central libre.

(Commissaires, MM. Ad. Brongniart, Ach. Richard, Gaudichaud rapporteur.)

« La science des végétaux marche à grands pas vers une ère nouvelle, dont notre époque pourra se glorifier.

» De toutes parts, en France, en Angleterre, en Allemagne, en Italie, etc., paraissent chaque jour des travaux remarquables sur l'organographie, l'organogénie et la physiologie, sciences importantes, surtout en ce qu'elles éclairent l'agriculture dans toutes ses parties, la botanique proprement dite dans toutes ses ramifications.

» La botanique, malgré les savants efforts et les lumières des hommes illustres qui l'ont pour ainsi dire créée, malgré les innombrables découvertes faites dans le dernier siècle, et celles peut-être plus remarquables de celui que nous parcourons, marche pourtant encore aujourd'hui d'un pas incertain, souvent même très-irrégulier, dans plusieurs des directions qu'elle suit. Et pourtant, messieurs, jamais l'analyse ne fut poussée aussi loin que de nos

jours; jamais on n'étudia mieux les caractères de végétation et de fructification; jamais on ne pénétra plus avant dans les mystérieux caractères des fleurs et de leurs parties.

» Quelles sont donc les nouvelles entraves qui viennent arrêter les botanistes dans leur élan progressif, dans leurs classifications et leurs systématisations déjà si avancées, et leur barrer pour ainsi dire le chemin qui mène à la vérité?

» Ces entraves, les voici :

» Il en est des parties des fleurs et des fruits, qui pour nous sont, comme les feuilles, des individus distincts, des phytons, comme des êtres de l'autre règne organique; ils naissent, se développent dans certaines limites, jusqu'au point qui constitue leur état adulte, en passant par une foule de modifications, toujours subordonnées à leur nature, aux parties végétales sur lesquelles ils naissent tout greffés, et aux principes nourriciers diversement élaborés qu'ils reçoivent des tissus d'où ils procèdent.

» Or, jusqu'à ces derniers temps, on attendait généralement pour étudier les fleurs et les fruits, que les unes fussent épanouies, parées de leurs nuances et de leurs parfums; les autres développés, mûrs et chargés de leurs germes reproducteurs.

» On voulait des êtres accomplis, et tels en effet qu'il les faut pour les bien apprécier physiquement et les caractériser de tout point, et l'on ne songeait pas que ces êtres avaient un commencement comme une fin; qu'ils étaient nés d'un germe reproducteur, d'un organe primitif spécial, chargé en quelque sorte de les créer, et qu'une fois engendrés, ils subissaient la loi commune des modifications organiques, et les phases de développement des êtres vivants, jusqu'à l'état normal où s'accomplissent les fonctions et qui précède la mort.

» Et cela parce qu'on restait, sans s'en apercevoir, sous l'empire des fausses théories qui attribuaient l'origine des feuilles, des fleurs et des fruits, les unes à l'écorce, les autres au liber, à l'aubier, au bois et à la moelle, parce qu'on ne voyait dans ces parties qu'une sorte d'expansion à l'extérieur des divers tissus intérieurs du tronc qui, lui, jouissait de la faculté de les renouveler d'une manière incessante.

» Ces théories sont à jamais bannies de la science. Mais en est-il de même des idées générales qui s'y rattachaient?

» Non, messieurs, ces idées vivent encore et sont fortes, puissantes. Elles dominent presque tous les esprits, et planent sur les travaux les plus récents, même sur ceux des hommes les plus éminents dans la science.

» Chaque jour encore elles se reproduisent, mais sous d'autres formes, et ces formes, toutes spécieuses qu'elles sont, ont une si grande autorité aux yeux de quelques savants, qu'elles leur empêchent de voir la vérité qui sort par tous les pores des végétaux.

» L'organogénie seule pouvait nous tirer de ce chaos.

» De nombreux travaux ont déjà été faits dans cette direction scientifique, et tous ont porté et mûri leurs fruits. Mais, il faut bien le reconnaître, cette science est nouvelle et très-jeune encore, et n'a marché, jusqu'à ce jour, que d'un pas mal assuré, sans direction, et dans des routes incertaines; parce que ceux qui se sont livrés à son étude ne l'ont fait que d'une manière accessoire et presque aventureuse, alors qu'il fallait s'y consacrer entièrement, en révéler les principes et en établir les bases.

» Mais ce que nous et nos prédécesseurs n'avons pu faire, de nombreux savants l'ont entrepris et sauront l'accomplir; parce qu'il y a en eux, en outre de l'ardeur que donne la jeunesse, le talent et la foi scientifique qui sont les garants du succès. L'Académie trouvera la preuve de ce que j'avance dans les précédentes communications de M. Duchartre, spécialement dans celles qui concernent ses études sur la Clandestine d'Europe, sur l'origine de la fleur des Malvacées, etc.; dans celles plus récentes de MM. Barnéoud et Planchon, sur lesquelles M. Auguste de Saint-Hilaire et moi avons appelé l'attention de l'Académie; et surtout dans celle qui va former le sujet de ce Rapport, et qui est due encore à M. Duchartre.

» Les principes de l'organogénie sont aussi simples qu'évidents. Nous les résumerons provisoirement ainsi :

» 1°. Tout s'organise dans la cellule;

» 2°. Tout organe dit appendiculaire, de la végétation ou de la fructification, résulte d'une cellule animée;

» 3°. La cellule organisée produit un bourgeon à feuilles, à fleurs ou ovulaire;

» 4°. Tout préexiste dans le bourgeon quelconque; rien d'organisé n'y monte, pas plus que dans la cellule;

» 5°. L'ordre de succession des parties, dans les bourgeons à feuilles, à fleurs, ainsi que dans les ovules, a toujours lieu de la circonférence au centre.

» Les anomalies qu'on observe souvent, et qui sont dues à l'excès ou au défaut de développement de ces parties, loin de se montrer opposées à nos principes, tendent au contraire à les démontrer et à prouver l'individualité des phytons floraux.

» De ces sortes d'alternances, qui s'observent dans le développement des parties des bourgeons à feuilles, à fleurs et ovulaires, alternances qui sont régulières ou irrégulières, et variables sous tous les rapports, résultent les avortements, les anomalies, et toutes les métamorphoses qui caractérisent les feuilles, les fleurs, les fruits, les ovules et les graines de certains groupes végétaux.

» Les exemples sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les mentionner ici.

» Nous possédons déjà d'assez grands travaux organogéniques sur les organes de végétation; mais, il faut bien le reconnaître, nous n'en avons que très-peu sur les organes de la reproduction.

» A quoi cela tient-il, messieurs? A la direction imprimée aux idées et aux études; à l'imperfection de nos moyens d'investigation, et aussi à l'extrême ténuité des parties sur lesquelles il faut opérer, et qui, pour être bien étudiées, ne doivent généralement pas dépasser, dans leurs dimensions, quelques fractions de millimètre.

» En effet, une cellule s'anime pour former une fleur; cette cellule, qui n'a pour étendue que tout au plus $\frac{1}{10}$ de millimètre, se montre sous la forme d'une très-petite masse particulière, et plus ou moins circonscrite, de nouvelles cellules sans dimensions appréciables. Il en résultera, si l'on veut, la bractée naissante.

» Une ou plusieurs des très-petites cellules de cette masse primitive s'animeront à leur tour pour former le calice, dont les lobes, dès qu'ils seront visibles avec nos moyens d'amplification les plus puissants, apparaîtront comme autant de petits globules plus ou moins ovoïdes et transparents : au centre de ceux-ci s'en montreront d'autres qui produiront les pétales; de plus intérieurs encore donneront les étamines; puis enfin viendront les pistils. Toutes ces parties, ainsi que les ovules qui naîtront plus tard, se montreront, dans l'origine, comme autant de petits mamelons également ovoïdes et diaphanes.

» Ces cellules de chaque verticille s'animent-elles ensemble ou séparément?

» Il nous sera, je pense, assez facile de démontrer, malgré les immenses difficultés du sujet, qu'elles s'animent et se disposent séparément, dans l'ordre qui leur est assigné par la nature, pour se développer ensuite, régulièrement ou irrégulièrement, verticille par verticille, avec des inégalités de forces dans les parties qui composent chaque verticille, comme dans les verticilles entre eux.

» Ces phénomènes de succession des organes, de la circonférence au

centre, c'est-à-dire dont les plus extérieurs ou inférieurs sont toujours les premiers constitués, sinon les premiers développés, sont évidents pour tous les organes de la végétation, ou, autrement dit, pour les bourgeons à feuilles.

» Mais il y a, vous le savez, messieurs, deux grands types organiques dans les végétaux vasculaires, les monocotylés et les dicotylés.

» Dans les monocotylés, les cellules ne s'animent jamais que les unes après les autres, les unes par les autres, pour produire des individus univasculaires distincts, qui sont soumis à une loi organogénique encore inconnue. Cette loi, qui préside aux déviations et aux agencements, produit ce que nous nommons des verticilles.

» Les verticilles, dans ces végétaux, ont pour type de disposition le nombre 3 et ses multiples, et non l'alternance distique des organes flabellés qui devrait être leur état normal.

» Dans les dicotylés, les cellules qui ne s'animent aussi que les unes après les autres, pour produire des individus bivasculaires ou doubles, ont naturellement pour type normal les organes opposés, c'est-à-dire le nombre 2 et ses multiples. Eh bien, ce groupe offre dans ses verticilles toutes les modifications imaginables, dans lesquelles pourtant domine le nombre 5.

» On se tromperait fort, selon nous, si l'on pensait, par exemple, que dans les monocotylés, les organes naissent trois à trois ou six à six; et dans les dicotylés, trois à trois, quatre à quatre, cinq à cinq, etc., disposés en spirales plus ou moins verticillées : les choses ne se passent pas ainsi.

» Dans les monocotylés, les organes sont constamment simples, s'engendrent toujours les uns après les autres, se symétrisent ensuite d'après leurs lois organiques propres, pour se développer plus ou moins directement ensemble.

» Dans les dicotylés, les organes s'engendrent aussi séparément, sont constamment doubles, et se symétrisent d'une manière spéciale par l'effet de cette complexité organique. De l'égalité ou de l'inégalité de force des individus qu'ils constituent, résultent toutes les modifications organiques qu'on observe dans les tiges, dans les fleurs, dans les fruits et dans toutes les parties qui les composent; modifications qui sont ordinairement produites par la déviation, la greffe médiate ou immédiate, et l'avortement complet ou partiel de quelques-uns des phytons ou de leurs articles. Vous comprenez, messieurs, que nous ne pourrons expliquer les mystères de ces avortements, de ces déviations et de ces agencements divers, dans les feuilles et dans les parties des fleurs et des fruits, que lorsque l'organogénie nous en aura dévoilé les causes.

» Ce que nous savions déjà du développement des bourgeons à fleurs nous prouvait que tout s'y passait de la même manière que dans les bourgeons à feuilles, et que la cellule précède toujours l'organe qn'elle engendre; ce que d'ailleurs l'analogie nous enseignait suffisamment. Mais nous n'avions pas assez de faits pour généraliser d'une manière vraiment scientifique, et la prudence nous conseillait d'attendre encore.

» Ces faits, quelle que soit la manière de les envisager, nous arrivent de toutes parts, nous les recueillons avec soin et les réunissons à ceux qui existent déjà dans la science; nous en formons un faisceau qui servira de base à la nouvelle doctrine organogénique que nous avons déjà indiquée et que nous nous proposons de soutenir, si nous ne sommes précédés en cela par les jeunes savants qui sont entrés avec tant de bonheur dans cette nouvelle direction scientifique.

» Cependant, puisque la théorie du développement des organes particuliers, produits par des cellules spéciales, n'est pas encore entièrement démontrée aux yeux de tous les savants; puisque les modifications organiques, intérieures et extérieures, qu'éprouvent ces cellules en s'animant, et en se convertissant en systèmes cellulaires distincts ou protophytes, toujours greffés dès leur origine, par leur base, et plus ou moins par leurs côtés, verticilles par verticilles, sont loin encore d'être démontrées et même connues; nous ne considérerons provisoirement ici les verticilles floraux que comme des systèmes cellulaires concentriques distincts et diversement mamelonnés, continus entre eux, mais se formant ou s'animant les uns après les autres, de la circonférence au centre, par excès ou par défaut de vitalité individuelle de chaque verticille, ce qui ne formera pas un de nos moindres arguments en faveur de la théorie des mérithalles.

» Ces considérations générales, dont votre rapporteur prend personnellement toute la responsabilité, nous ont paru devoir prendre place ici à titre d'introduction au Rapport que l'Académie nous a chargés de faire sur le Mémoire de M. Duchartre.

» Ce Rapport, le voici:

» Plusieurs botanistes éminents se sont occupés, depuis quelques années, des plantes à placenta central libre, ou chez lesquelles la partie qui porte les ovules occupe le centre de la cavité de l'ovaire, sans se rattacher latéralement à ses parois. Néanmoins cette question importante n'est pas encore suffisamment fixée; peut-être même, comme va le prouver M. Duchartre, est-elle envisagée généralement d'une manière peu exacte. Cet habile botaniste a reconnu qu'il était un moyen assuré pour la décider d'une manière positive,

et que ce moyen consistait, non à faire des observations multipliées sur des fleurs à peu près adultes, ainsi qu'on l'a fait le plus souvent, mais à remonter à l'origine première des parties, à les suivre dans leur formation et leur développement, en un mot à étudier leur organogénie.

» En effet, l'avantage que présente ce genre de recherches est facile à sentir, et l'on peut appliquer à toutes les parties importantes des plantes ce que dit M. Schleiden au sujet du pistil : « L'histoire du développement doit » être le seul guide, et elle conduira à une conclusion parfaitement sûre, » aussitôt qu'on la connaîtra bien dans sa généralité. »

» Pénétré de cette vérité, et décidé d'ailleurs à remplir peu à peu le cadre de travaux organogéniques qu'il s'est tracé, M. Duchartre s'est empressé de profiter de la saison la plus favorable pour des recherches de ce genre sur la plupart des plantes à placenta central, et par là il est arrivé à des résultats assez importants pour être soumis au jugement de l'Académie.

» L'un des travaux les plus remarquables qui aient été faits sur les placentas centraux libres est certainement celui de notre savant confrère M. Auguste de Saint-Hilaire. Dans ce beau Mémoire, on trouve le passage suivant : « Si l'on observe, avant la fécondation, les placentas que je viens de dé- » crire, on les trouvera surmontés d'un *filet* assez ferme, un peu transpa- » rent, d'un vert jaunâtre qui pénètre dans l'intérieur du style; mais, après » l'émission du pollen, les ovules, prenant de l'accroissement, se pressent » autour du *filet;* il se brise, et c'est alors seulement que le placenta devient » véritablement *libre.* Les ovules, en continuant à grossir, couvrent la place » qu'occupait le *filet,* et bientôt on n'en découvre plus le moindre ves- » tige. »

» Le célèbre botaniste que je viens de citer paraît avoir conservé jusqu'à ce jour la même manière de voir; car dans sa *Morphologie* il s'exprime sinon dans les mêmes termes, du moins dans le même sens.

» L'opinion de M. Auguste de Saint-Hilaire a été adoptée par la plupart des botanistes. Ainsi M. Endlicher, dans l'énumération des caractères de la famille des Primulacées, dit : « *Placenta basilari globosa, sessili vel sub-* » *stipitata, rarius columnari, primum filis arachnoïdeis cum vertice ovarii* » *cohœrente, mox libera.* » Ainsi encore, dans le volume du *Prodrome* qui vient de paraître, M. Duby assigne un caractère semblable au placenta de la même famille : « *Placenta centrali globosa, apice filo cum interna styli* » *substantia continua, mox libera.* »

» On voit par ces citations que, dans les ouvrages les plus importants, le placenta central des Primulacées est décrit comme ayant été d'abord rattaché

par son extrémité supérieure au sommet de l'ovaire ou au style, et ne devenant réellement libre que plus tard et par la rupture de ses filets de communication.

» L'auteur combat cette opinion, ainsi que celle de M. Lindley, qui semble rapprocher l'organisation des placentas des Primulacées de celle des Caryophyllées; puis il entre en matière, et décrit successivement les caractères organogéniques qu'il a observés sur le frais, dans le *Primula veris*, variété cultivée à fleurs simples; dans les *Dodecatheon meadia, Androsace lactea, A. filiformis, Cortusa Mathioli, Lysimachia nummularia, L. nemorum, Lubinia spathulata, Anagallis platyphyllos, Samolus valerandi;* et sur le sec, dans les *Hottonia palustris, Anagallis tenella, Glaux maritima* et *Lysimachia ephemerum*.

» Ces plantes offrant, à quelques modifications près, les mêmes caractères, il nous sera facile de les résumer en peu de mots.

» A sa première apparition, la fleur des Primulacées se montre sous la forme d'un petit globule un peu déprimé, entièrement celluleux. En cet état, il est embrassé par la jeune bractée dont il occupe l'aisselle.

» Bientôt, vers la base du bouton naissant, l'on voit paraître un léger bourrelet périphérique et continu, dont le bord libre ne tarde pas à se bosseler en cinq petits festons. Ce bourrelet est le calice naissant, et les cinq petits festons, les cinq sépales organiques déjà soudés entre eux.

» Pendant l'apparition du bourrelet calicinal, le jeune bouton s'est un peu élargi, et bientôt on voit se dessiner sur la partie supérieure, entourée maintenant par le calice, cinq petits mamelons arrondis, alternes aux cinq festons de ce dernier. En peu de temps ces mamelons s'élèvent, se dégagent de la base commune, et se font remarquer comme cinq petits corps saillants, arrondis au sommet et sur les côtés, légèrement comprimés de dehors en dedans.

» On n'a aucune peine à y reconnaître les cinq étamines alternes aux divisions du calice, et par suite opposées à celles de la corolle.

» Le bouton possède donc, sous cet état si jeune, deux de ses verticilles, le calice et l'androcée. Ce dernier est déjà assez nettement dessiné, que rien encore n'y indique l'apparition de la corolle; mais dès que les étamines se sont dégagées sous la forme de petits corps distincts, si l'on enlève le calice, on ne tarde pas à remarquer, à leur naissance et du côté extérieur, un léger bourrelet qui suit leur base commune dans tout son contour, et qui forme, en dehors de chacune d'elles, un petit avancement assez marqué. Le léger bour-

relet est la corolle naissante, et les cinq petites saillies opposées aux étamines sont les cinq pétales organiques qui la constituent.

» Vers le moment où le bourrelet corollin se montre à la base extérieure des jeunes anthères, l'organe femelle commence à manifester son apparition en une sorte de bourrelet circulaire continu, au centre duquel on aperçoit un petit mamelon arrondi. Le bourrelet n'est autre chose que le premier indice des parois ovariennes, et le mamelon que la première ébauche du placenta. Dès cette époque, le jeune pistil organise et développe ses deux parties parallèlement.

» Le bourrelet périphérique, s'élevant de plus en plus, ne tarde pas à constituer une sorte de petite utricule à parois assez épaisses, tronquée et ouverte au sommet; tandis que, de son côté, le placenta, s'allongeant et grossissant proportionnellement, forme un petit corps ovoïde qui remplit exactement la cavité de ce jeune ovaire, mais sans montrer la moindre adhérence avec les parois. En cet état il ressemble à un jeune ovule solitaire.

» Bientôt une nouvelle modification commence à se présenter et à se prononcer de plus en plus. La petite utricule ovarienne se resserre en s'allongeant; par là son orifice se trouve en peu de temps élevé au sommet d'un petit cône tronqué, qui n'est que le commencement du style. En même temps le jeune placenta s'est un peu resserré vers son extrémité libre, de telle sorte que sa forme est maintenant turbinée, et que sa pointe bouche en général l'ouverture inférieure du canal stylifère. Sa surface qui, jusque-là, est restée lisse, ne tarde pas à se bosseler de petits mamelons arrondis qui commencent les ovules. Ces ovules, dans les *Dodecatheon, Primula, Cortusa,* sont nombreux et disposés en spirales.

» Ces faits, dont nous garantissons l'exactitude, prouvent suffisamment que, dans les Primulacées, le placenta a une origine basilaire; qu'il se développe comme un verticille intérieur sans aucune adhérence ni avec les parois ni avec le sommet de l'ovaire; qu'il est là, isolé comme un nucelle d'ovule, ou mieux comme un épi terminal, ce que prouve manifestement la disposition en spirale des ovules, et mieux encore une petite fleur terminale parfaitement constituée, observée dans le *Cortusa Mathioli* par M. Duchartre.

» Nous nous arrêterons là, messieurs; car si nous voulions signaler à l'Académie tout ce que cet important Mémoire renferme d'observations délicates et de faits curieux, depuis la première apparition de la fleur jusqu'à son entier développement; les modifications du placenta, qui tantôt reste libre et arrondi au sommet, tantôt se rétrécit en pointe stérile qui reste isolée, flottante, ou va pénétrer dans la cavité inférieure du style, et peut bien s'y

greffer dans quelques cas, etc., il ne nous resterait qu'un seul moyen, celui de reproduire tout le Mémoire de M. Duchartre.

» Le fait capital que nous nous empressons de signaler à l'attention de l'Académie, et dont nous ne saurions trop féliciter M. Duchartre, est celui du placenta central libre et tout à fait indépendant des parois et du sommet de l'ovaire, dont la démonstration ne nous laisse rien à désirer.

» D'après ce que nous avons dit dans nos considérations préliminaires, nous aurions bien quelques remarques théoriques à faire, concernant le développement de la corolle des Primulacées, et les conséquences que M. Duchartre tire de ses observations; la nature des mamelons du calice, de l'androcée, etc.; mais pour le moment, et en attendant les nouveaux Mémoires que nous promet M. Duchartre, nous devons nous borner à déclarer que tout ce qu'il a décrit et tout ce qu'il a figuré dans ses quatre planches d'analyses est de la plus incontestable vérité.

» Par ces motifs,

» Votre Commission a pensé que le travail de M. Duchartre, dont maintenant chacun conçoit l'importance, mérite les encouragements de l'Académie; c'est pourquoi elle a l'honneur de vous proposer de vouloir bien en ordonner l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NAVIGATION. — M. **Arago** fait un rapport verbal sur un ouvrage espagnol qui lui a été adressé par **don Cayetano Moro**, ingénieur. Cet ouvrage est intitulé : *Reconnaissance de l'isthme de Téhuantépec, effectuée durant les années* 1842 *et* 1843, *par les soins de la Commission scientifique nommée par don José de Garay, concessionnaire du travail destiné à établir une communication entre les deux Océans.*

Le travail de M. *Moro* et de ses collaborateurs, paraît avoir été fait avec tous les soins désirables, par les meilleures méthodes et avec d'excellents instruments.

Le projet de communication entre le golfe du Mexique et l'océan Pacifique, que ces ingénieurs ont étudié, aurait lieu à l'aide d'un canal à point de partage. A partir du golfe on remonterait la rivière de *Coatzacoalcos,* dont le courant est peu rapide, car dans une étendue de 258 kilomètres (65 lieues), sa chute ne dépasse pas 40 mètres. Près de l'océan Pacifique on naviguerait dans des lacs naturels; le canal proprement dit occuperait une longueur d'environ 80 kilomètres (20 lieues).

En donnant au canal projeté les dimensions du canal Calédonien,

M. *Moro* trouve qu'il coûterait, dans les hypothèses extrêmes, de 60 à 80 millions de francs.

Le point de partage étant à 360 mètres au-dessus du niveau de la mer, il faudrait, pour racheter cette différence de niveau, 120 écluses dans une supposition, et 161 dans une autre.

A *Panama*, la distance des deux Océans est de 65 kilomètres (16 lieues).

A *Nicaragua*, cette distance s'élève déjà à 150 kilomètres (38 lieues).

A Téhuantépec, la largeur de l'isthme est de 200 kilomètres (55 lieues).

Ces chiffres semblent trancher la question contre Téhuantépec. Voici comment M. Moro combat cette première impression :

Vers Panama, on ne trouve, des deux côtés de l'isthme, aucun port digne de ce nom. Le pays est un des plus insalubres du globe. Le canal coûterait au moins 200 millions de francs.

Dans la communication par Nicaragua, la rivière de Saint-Juan joue un rôle capital; or, cette rivière présente dans son cours plusieurs bancs de pierre dont l'extraction serait très-coûteuse. A 28 kilomètres de l'océan Pacifique, existent des collines qui ne pourraient être franchies sans des travaux gigantesques. Le port de *San-Juan du Sud* a des dimensions beaucoup trop restreintes; enfin la dépense serait de plus de 150 millions de francs.

La communication par l'isthme de Téhuantépec, notablement moins dispendieuse que les autres, aboutirait à deux ports excellents et facilement accessibles; elle traverserait d'ailleurs une contrée remarquablement salubre.

BOTANIQUE. — M. DE JUSSIEU, en déposant sur le Bureau un Mémoire présenté, dans une précédente séance, par M. *Barnéoud*, donne, au nom de la Commission qui avait été chargée de faire le Rapport sur ce travail, une explication conçue dans ces termes :

« Un Mémoire de M. BARNÉOUD, *sur le développement des fleurs, la structure générale et la classification des Plantaginées*, a été renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Richard, Gaudichaud et de Jussieu.

» Dans le même temps que ce Mémoire était présenté à l'Académie, il l'était aussi à la Faculté des Sciences de Paris, comme devant servir de Thèse à l'auteur pour le doctorat. Cette Thèse a, en effet, été soutenue, et par conséquent imprimée. Elle ne peut donc plus être l'objet d'un Rapport devant l'Académie.

» La Commission a regretté que les recherches de M. Barnéoud n'aient pas été soumises à son examen en temps opportun, car elles ont été faites

avec une étude sérieuse et une connaissance réelle de l'état de la science, et n'auraient pu donner lieu qu'à un jugement favorable. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur les éthers siliciques; par* M. EBELMEN.

(Commissaires, MM. Berthier, Dumas, Regnault.)

« L'action de l'alcool absolu sur le chlorure de silicium vient de me permettre de préparer deux combinaisons bien définies de l'éther avec la silice. Voici dans quelles circonstances elles se produisent.

» En versant avec précaution de l'alcool absolu dans du chlorure de silicium, il se produit une réaction très-vive, un dégagement très-abondant de gaz acide chlorhydrique, et un abaissement considérable de température. Lorsque le poids de l'alcool ajouté s'est élevé un peu au-dessus du poids du chlorure de silicium, on n'observe plus de dégagement de gaz, et la liqueur s'échauffe alors très-sensiblement. Si l'on soumet le mélange à la distillation, il passe d'abord une certaine quantité d'éther chlorhydrique, puis la majeure partie du liquide contenu dans la cornue distille entre 160 et 170 degrés. On met ce premier produit à part, et l'on continue la distillation, qui ne se termine qu'au delà de 300 degrés. Il ne reste dans la cornue que des traces insignifiantes de silice.

» Le produit, distillée entre 160 et 170 degrés, a été rectifié jusqu'à ce que son point d'ébullition devînt fixe entre 162 et 163 degrés. On a obtenu ainsi un liquide incolore, d'une odeur éthérée et pénétrante, d'une forte saveur poivrée, dont la densité est de 0,932. L'eau ne le dissout pas et ne le décompose que très-lentement avec dépôt de silice. Il est tout à fait neutre au papier. L'alcool et l'éther le dissolvent en toutes proportions. Les alcalis en solution alcoolique le décomposent rapidement, et l'on peut, au moyen des acides, séparer la silice à l'état gélatineux. En en projetant quelques gouttes sur une capsule de platine rougie, il brûle avec une flamme blanche en déposant de la silice en poudre impalpable.

» L'analyse de ce composé montre que le carbone et l'hydrogène s'y trouvent dans les mêmes proportions que dans l'éther, et que la silice y contient la même quantité d'oxygène que la base. Si donc l'on admettait, avec M. Berzelius et la plupart des chimistes, le nombre 277,32 pour l'équivalent du silicium, et SiO^3 pour la formule de la silice, on trouverait pour la formule

de l'éther

$$SiO^3 3C^4 H^5 O.$$

Si, au contraire, on prend le tiers du nombre précédent ou 92,44 pour l'équivalent du silicium, et *SiO* pour la formule de la silice, comme M. Dumas l'a proposé d'après la densité de vapeur du chlorure de silicium, la formule de l'éther silicique devient semblable à celle des autres éthers composés, et se trouve représentée par

$$SiO\, C^4 H^5 O.$$

» Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 7,18. Le calcul donne 7,234, en admettant que $SiO\, C^4 H^5 O$ représente un volume de vapeur. Ce mode de condensation ne s'était pas encore présenté dans les éthers composés.

» En fractionnant le produit qui distille entre 170 et 300 degrés, et l'analysant, on trouve que le carbone et l'hydrogène s'y rencontrent constamment dans le même rapport que dans l'éther, mais que la proportion de silice augmente avec la température. Le liquide distillé au delà de 300 degrés est incolore, et possède une odeur faible et une saveur toute différente de celle de l'éther précédent. Sa densité est de 1,035. L'action de l'eau et des alcalis sur ce composé est tout à fait la même que sur l'éther $SiO\, C^4 H^5 O$; son analyse conduit à la formule

$$(SiO)^2 C^4 H^5 O.$$

» L'acide silicique forme donc au moins deux éthers, et ce fait, unique jusqu'à présent dans l'histoire de ces sortes de composés, mérite d'être rapproché de l'existence des nombreux silicates métalliques à divers degrés de saturation que nous offre le règne minéral.

» La formation des deux silicates éthyliques dans la réaction de l'alcool sur le chlorure de silicium s'explique aisément d'après les deux formules suivantes :

$$SiCl + C^4 H^6 O^2 = HCl + SiO\, C^4 H^5 O,$$
$$(SiCl)^2 + 2C^4 H^6 O^2 = C^4 H^5 Cl + HCl + HO + (SiO)^2 C^4 H^5 O.$$

On remarque effectivement que dans la réaction de l'alcool sur le chlorure de silicium, il ne se dégage que de l'acide chlorhydrique tant que le chlorure est en excès, et c'est seulement quand on a ajouté les dernières portions d'alcool, qu'on peut obtenir de l'éther chlorhydrique. D'après ces formules, il faudrait, pour 535 de chlorure de silicium (1 équivalent), employer 575

(1 équivalent) d'alcool. Telles sont effectivement les proportions des deux corps qui ont été mises en présence.

» L'action de l'alcool sur le chlorure de silicium permet d'espérer que des expériences analogues, faites avec les divers alcools et les chlorures volatils décomposables par l'eau, pourront conduire à la découverte d'un grand nombre d'éthers formés par des acides minéraux, et qu'on n'a pu parvenir à préparer jusqu'à présent. J'ai déjà essayé l'action de l'alcool sur les chlorures de titane, d'étain, de phosphore, d'arsenic et de soufre, et j'ai obtenu avec plusieurs de ces corps des réactions intéressantes dont je poursuis l'examen, et que j'aurai l'honneur de communiquer plus tard à l'Académie. »

ASTRONOMIE. — *Mémoire sur la distance des étoiles et sur l'existence probable d'une certaine illusion optique, liée à la constitution du système solaire; par* M. **Breton**, ingénieur des Ponts et Chaussées.

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Babinet.)

« Dans toutes les recherches sur la distance des étoiles, on a supposé que la lumière des étoiles arrive jusqu'à l'atmosphère terrestre en *ligne droite*. D'après cette supposition, qui n'est rien moins que certaine, on a observé une étoile de deux points opposés de l'orbite de la Terre, c'est-à-dire à six mois d'intervalle, et alors on a considéré la distance de l'étoile comme égale aux grands côtés d'un triangle dont on connaît la base (le diamètre de l'orbe terrestre) et deux angles à la base donnés par l'observation. Ces angles étant ajoutés ensemble, ce qui manque à leur somme pour faire deux angles droits devait, disait-on, être l'angle du triangle rectiligne dont le sommet est l'étoile. C'est cet angle dont la moitié s'appelle la *parallaxe annuelle* de l'étoile.

» La supposition d'une propagation rectiligne de la lumière depuis les étoiles jusqu'au voisinage du Soleil était presque forcée, quand on considérait la lumière comme une pluie de crépuscules lancés dans le vide, car un espace vide est nécessairement homogène; mais dans la théorie des ondulations, il n'y a plus de motif absolument déterminant pour supposer que les espaces interstellaires soient homogènes. Déjà même Poisson a donné des raisons puissantes qui font supposer dans les espaces où se meuvent les soleils, des régions inégalement chaudes, et les observations de certaines nébuleuses prouvent qu'il existe des soleils entourés à une très-grande distance d'une atmosphère lumineuse, assez brillante pour être visible. Les astronomes

admettent aujourd'hui que la lumière zodiacale de notre soleil doit le faire ranger parmi les étoiles nébuleuses.

» Il n'est guère croyable que la lumière n'éprouve aucune réfraction en entrant de l'espace interstellaire parfaitement transparent, dans l'espace nébuleux qui entoure plusieurs soleils; si notre soleil est entouré d'une nébulosité homogène qui s'étende beaucoup au delà de l'orbite terrestre, nous ne pouvons pas en avoir connaissance directement, puisqu'à nos yeux son effet doit se réduire à un éclaircissement uniforme de la teinte noire du ciel, qui se confondra nécessairement avec le bleu de l'atmosphère. Enfin les nuages cosmiques rassemblés en vastes sphères autour des étoiles peuvent n'être pas tous sensiblement lumineux.

» Il semble donc parfaitement rationnel d'admettre comme *possible* l'existence d'une vaste atmosphère dont notre soleil occupe le centre, dont le rayon s'étend beaucoup au delà des orbites planétaires, et où la lumière des étoiles entre en éprouvant une *petite réfraction*. Voyons quelles doivent être les conséquences de cette hypothèse, si elle est vraie.

» Si l'on admet que le rayon de l'atmosphère réfrigente du soleil est très-grand en comparaison de celui de l'orbe terrestre, et que l'indice de réfraction surpasse très-peu l'unité, il est facile de reconnaître, par un calcul identique à celui des foyers des lentilles sphériques, que toutes les parallaxes des étoiles observées devront être inférieures d'une quantité constante à ce qu'elles seraient si la lumière marchait partout en ligne droite. Ainsi, en divisant le rayon de l'atmosphère réfringente par l'excès de l'indice de réfraction sur l'unité, on trouverait une distance, qu'on peut nommer *distance focale*, telle que la lumière partie d'une étoile éloignée de cette quantité passerait près du soleil en faisceau exactement parallèle. Alors les rayons observés à six mois d'intervalle donneraient une parallaxe exactement nulle, quand même l'étoile serait assez voisine de nous pour que sa parallaxe vraie fût mesurable. (Nous désignons sous le nom de *parallaxe vraie* celle qu'on trouverait si la lumière n'éprouvait aucune déviation.)

» Pour toute étoile située au delà de la distance focale, les rayons, en passant près du soleil, au lieu de former un faisceau de lignes droites *divergentes* en partant de l'étoile, convergeraient au contraire vers le point du ciel opposé à l'étoile. Dans ce cas, l'observateur doit trouver, dans son triangle parallactique, deux angles à la base dont la somme *surpasse* un peu deux angles droits, c'est-à-dire que la parallaxe apparente doit être négative.

» Enfin, si les rayons partent d'une distance sensiblement infinie, ils doivent avoir, en passant près du soleil, une convergence égale à la diver-

gence qu'ils auraient dans un espace exactement homogène, si leur point de départ était à la distance focale.

» En un mot, tant que la réfraction est supposée très-petite, la parallaxe vraie est sensiblement égale à la parallaxe apparente, augmentée d'un petit angle constant que nous nommons la *réfraction*. La connaissance de cet angle ferait donc connaître la distance focale. »

(Nous reviendrons sur cet objet quand les Commissaires auront fait leur Rapport.)

M. Bauer-Keller soumet au jugement de l'Académie une carte en relief de la France et de la Belgique, carte qui est à l'échelle du $\frac{1}{2000000}$ pour les dimensions horizontales, et à celle du $\frac{1}{300000}$ pour les dimensions verticales. L'exagération des hauteurs a paru indispensable pour que les mouvements du sol fussent encore appréciables dans les parties basses du pays. « Le procédé de gaufrage (l'impression jointe à l'estampage) permet, dit M. Bauer-Keller, de donner à des prix très-modiques ces cartes qui sont à la fois solides et légères. Le choix des couleurs qui varient suivant la nature des divers moyens de communication, permet de distinguer au premier coup d'œil les rivières et canaux, les chemins ordinaires et les chemins de fer. Les différentes teintes données au sol rendent, aussi, sensible à la vue, la division du pays en bassins principaux. »

(Commissaires, MM. Arago, Beautemps-Beaupré, Élie de Beaumont, Bory de Saint-Vincent.)

M. Passot, qui avait soumis précédemment au jugement de l'Académie un Mémoire touchant les *forces centrales*, sur lequel il fut fait un Rapport dans la séance du 14 novembre 1842, adresse aujourd'hui une nouvelle Note ayant pour titre : *Conséquence immédiate de la théorie académique sur les forces centrales.*

Cette Note est renvoyée à l'examen de la Commission qui fit le Rapport ci-dessus mentionné.

M. Passot adresse en même temps deux Lettres concernant certaines parties du Rapport fait, dans la séance du 23 octobre 1843, sur sa roue hydraulique. Il émet à cette occasion, des assertions qui paraissent ne pouvoir être que le résultat d'un malentendu.

Renvoi à la Commission qui avait fait le Rapport, Commission composée de MM. Poncelet, Lamé et Séguier.

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouveau Mémoire sur les étoiles filantes; par* M. **Coulvier-Gravier.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre des Finances** rappelle à l'Académie, qu'elle a été consultée par l'Administration, sur diverses questions météorologiques dont il paraissait désirable d'obtenir la solution pour pouvoir se prononcer, en connaissance de cause, sur l'abrogation ou le maintien de l'article 219 du Code forestier, concernant le défrichement des bois de particuliers. Comme le délai fixé par cet article pour l'exécution des dispositions restrictives sur les défrichements doit prochainement expirer, M. le Ministre appelle de nouveau l'attention de l'Académie sur les questions dont elle avait été invitée à s'occuper, et lui témoigne combien il attache d'intérêt à pouvoir s'éclairer de ses lumières dans cette matière importante.

M. le *Secrétaire perpétuel* fait remarquer que les questions sur lesquelles l'Académie a été appelée à se prononcer sont très-délicates. Il rappelle, en outre, que cette Commission, depuis l'époque où elle a été nommée, a perdu plusieurs de ses membres qu'il serait urgent de remplacer. En conséquence, MM. Boussingault, Dumas et Duperrey sont désignés pour faire partie de la Commission, avec les membres suivants : MM. Arago, Gay-Lussac, Silvestre et de Mirbel.

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites à Nijné-Taguilsk, pendant l'année* 1843, *par les ordres de* M. DÉMIDOFF.

MOIS.	BAROMÈTRE en pouces anglais.				THERMOMÈTRE Réaumur.			
	Moyenn.	Maxim.	Minim.	Différen.	Moyenne.	Maximum.	Minimum.	Différence.
					°	°	°	°
Janvier...	29,45	30,12	28,84	1,28	— 5,51	+ 1,00	— 18,00	19,00
Février...	29,35	29,68	28,46	1,22	— 2,70	+ 6,50	— 13,00	19,50
Mars.....	29,10	29,47	28,69	0,78	— 2,26	+ 7,00	— 15,00	22,00
Avril.....	29,24	29,60	28,94	0,66	+ 5,014	+ 19,00	— 6,00	25,00
Mai.......	29,26	29,54	28,35	0,69	+ 12,51	+ 26,00	+ 1,00	25,00
Juin......	29,08	29,30	28,52	0,78	+ 15,33	+ 25,50	+ 6,00	19,50
Juillet....	29,02	29,38	28,50	0,88	+ 16,13	+ 26,00	+ 7,00	19,00
Août.....	29,18	29,65	28,82	0,83	+ 10,12	+ 20,00	+ 2,50	18,50
Septembre.	29,21	29,56	28,47	1,09	+ 8,65	+ 16,00	+ 0,50	15,50
Octobre...	29,46	29,80	28,95	0,85	+ 3,00	+ 14,00	— 9,00	23,00
Novembre	29,35	29,79	28,87	0,92	— 8,78	+ 1,00	— 24,50	25,50
Décembre.	29,02	29,62	28,18	1,44	— 10,93	— 2,00	— 27,00	25,00
Ann. 1843.	29,226	30,12	28,18	1,94	+ 3,381	+ 26,00	— 27,00	53,00

DIRECTION DES VENTS. — *Nombre de fois qu'ils ont soufflé.*

MOIS.	N.	N.N.E.	N. E.	E.N.E.	E.	E. S. E.	S. E.	S.S.E.	S.	S. S. O.	S. O.	O.S.O.	O.	O.N.O.	N. O.	N.N.O.	Calm
Janvier.	"	"	"	"	"	"	2	3	4	7	26	3	7	18	11	2	[illegible]
Février.	1	"	"	"	"	"	12	2	2	5	20	2	5	6	19	"	[illegible]
Mars...	"	"	5	1	2	5	11	9	5	7	19	2	5	4	10	"	[illegible]
Avril..	2	2	3	"	"	"	8	4	5	9	9	1	2	7	18	6	14
Mai....	4	4	8	"	1	"	3	3	2	3	9	2	5	8	27	3	11
Juin...	"	6	19	1	3	1	17	3	1	2	7	2	2	4	12	1	[illegible]
Juillet.	3	7	4	"	"	"	18	1	1	1	11	3	4	4	17	8	[illegible]
Août...	1	12	5	"	"	"	7	9	"	5	4	1	3	3	21	10	[illegible]
Sept...	1	1	3	"	"	"	4	6	1	8	17	4	"	7	20	1	[illegible]
Octobr.	"	2	1	"	"	"	5	7	"	6	10	9	10	24	12	3	[illegible]
Nov...	1	2	9	1	"	1	17	11	3	8	13	4	"	7	5	2	[illegible]
Déc....	1	"	"	"	"	1	14	7	3	3	15	11	6	10	11	1	[illegible]
An 1843	14	36	57	3	6	8	118	65	27	64	160	44	49	102	183	37	12

ÉTAT DU CIEL. — *Phénomènes atmosphériques.*

MOIS.	Beau fixe.	Variable.	Nuageux.	Nébuleux.	Couvert.	Neige.	Pluie.	Orage.	Grêle.
Janvier....	8	8	3	"	12	26	2	"	"
Février....	6	8	8	"	6	24	2	"	"
Mars......	3	11	8	"	9	51	6	"	"
Avril......	6	13	10	"	1	32	14	"	"
Mai.......	8	8	12	"	3	4	44	4	"
Juin	10	9	8	"	3	"	25	4	3
Juillet.....	7	9	13	"	2	"	44	10	"
Août......	7	9	13	"	2	1	61	1	6
Septembre..	8	8	13	"	1	11	31	"	3
Octobre....	10	10	8	"	3	3	5	"	"
Novembre .	5	12	1	3	9	17	"	"	"
Décembre..	7	14	4	"	6	24	"	"	"
Année 1843.	85	119	101	3	57	193	234	19	12

M. **Christofle** adresse quelques considérations sur les *fraudes auxquelles peut donner lieu l'emploi des procédés électriques pour l'application des métaux sur les métaux.* M. Christofle annonce qu'il met à la disposition de l'Académie une somme de 2000 francs destinée à être donnée en prix à l'auteur du meilleur projet de loi tendant à régler l'emploi industriel des forces électriques, et à prévenir, autant que possible, les fraudes qui peuvent jeter une grande perturbation dans une branche importante de commerce.

M. **Dumas** remarque que les inconvénients auxquels fait allusion la Lettre de M. *Christofle,* n'ont point échappé à l'attention de la Commission qui a fait le Rapport sur les procédés de dorure et d'argenture de MM. de Ruolz et Elkington; c'est même parce qu'elle avait été vivement frappée des abus qui pouvaient naître du nouvel art, qu'elle demanda l'envoi du Rapport dans lequel elle signale ce danger, à MM. les Ministres des Finances et du Commerce. M. Dumas ne doute point que l'Administration, dont la Commission a voulu ainsi éveiller l'attention, ne se soit déjà occupée des mesures à prendre pour prévenir le mal, autant que cela est en son pouvoir; il ne voit d'ailleurs aucun inconvénient à ce que la proposition de M. Christofle soit soumise à l'examen d'une Commission.

(Renvoi à la Commission qui a fait le Rapport sur les procédés de MM. de Ruolz et Elkington.)

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 7; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT *et* REGNAULT; 3e série, tome XI; août 1844; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; août 1844; in-8°.

Chambre des Pairs, session de 1844. — *Opinions de* M. le baron CH. DUPIN, pair de France, président de l'Académie des Sciences, *sur la désignation aux places d'examinateurs et de professeurs à l'École Polytechnique, et sur les Caisses d'Épargne, à l'occasion du Budget de* 1845; $\frac{1}{4}$ de feuille in-8°.

L'Art de vérifier les Dates, depuis l'année 1770 *jusqu'à nos jours, publié par* M. le marquis DE FORTIA; tome XVIII, in-8°. Présenté par M. WARDEN.

Voyages de la Commission scientifique du Nord en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë, sous la direction de M. GAIMARD : 22e livr. in-fol.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; juillet 1844; in-8°.

Considérations sur l'Acclimatement et la Domestication; par M. S. BERTHELOT; broch. in-8°.

Collections de Tableaux polytechniques. — Questions choisies de Mathématiques élémentaires; par M. GUILMIN. — *Analyse infinitésimale,* n° 1, *par* M. SERRET. — *Résumé de Géométrie élémentaire; par* M. BLUM; Ire et IIe part. (2 tableaux). — *Résumé d'Algèbre élémentaire; par* M. O. BONNET. — *Résumé de Géométrie descriptive; par* M. BERTAUX-LEVILLAIN. — *Résumé de Statique; par* M. HERVÉ-MANGON. — *Résumé de Géométrie analytique,* n° 1, *par* M. CABART. — *Résumé du Cours de Physique de l'École Polytechnique,* n° 2, *par* M. CABART.

21e *Autographie. — Chemin de fer à tuyaux et à locomotives sur les bas côtés de toutes les routes ordinaires; par* MM. WELBIEN *et* LEGRIS; $\frac{1}{2}$ feuille in-8°.

Mémoire sur le Terrain jurassique du département de l'Aube; par M. LEYMERIE; $\frac{1}{2}$ feuille in-8°.

L'Abeille médicale; n° 8, août 1844; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 33; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 94 à 96; in-fol.

L'Écho du Monde savant; n°s 13 et 14.

L'Expérience; n° 372; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1844.

PRÉSIDENCE DE M. DUMAS.

COMPLÉMENT DE LA SÉANCE DU 19 AOUT.

La séance d'aujourd'hui a commencé par l'analyse de diverses pièces dont, faute de temps, il ne put pas être question lundi dernier.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NÉCROLOGIE. — M. le docteur **Peter Clare**, exécuteur testamentaire de M. *Dalton*, adresse à l'Académie une Note dont voici la teneur :

« Je certifie que M. John Dalton, membre de l'Institut de France, etc.,
» est mort dans la matinée du samedi, 27 juillet 1844, âgé de 77 ans 10 mois
» et 22 jours. »

M. **Arago** présente, de la part du Bureau des Longitudes, la *Connaissance des Temps* pour l'année 1847.

M. **Arago** rend un compte verbal de l'ouvrage de M. **Struve**, sur les seize traversées à l'aide desquelles on vient de déterminer, par 81 chronomètres, la différence de longitude entre les observatoires de Poulkova et d'Altona.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDRAULIQUE. — *Description d'un barrage à bateau-vanne inventé par* M. Sartoris, *et proposé pour barrer le petit bras de la Seine en aval du Pont-Neuf, par* M. **Mary**, *ingénieur en chef des ponts et chaussées.*

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Dufrénoy, Piobert.)

« Le barrage à bateau-vanne est formé par un bateau à parois verticales, disposé de manière à pouvoir s'emplir d'eau et se vider au moyen de vannes qui sont adaptées aux faces longitudinales, et débouchent à fleur du fond. Ce bateau, placé perpendiculairement au cours de l'eau, est, ou appuyé sur des piles ou culées à avant-becs verticaux, ou amarré à des chaînes solidement ancrées à 25 ou 30 mètres en amont. A l'aplomb de la face d'aval doit être construit un seuil horizontal en charpente ou en maçonnerie, défendu en aval soit par un radier dont le seuil fait partie, soit par un enrochement capable de résister à la vitesse de l'eau. Le seuil doit être plus élevé que le fond de la rivière sous le bateau.

» Pour donner de la force au bateau, on le consolide au moyen : 1° d'un pont placé à une hauteur telle que l'eau introduite dans le bateau ne puisse pas le surmonter; 2° de croix de Saint-André placées, dans l'entrepont, de la paroi d'amont à la paroi d'aval; 3° de cloisons transversales qui divisent cet entrepont en compartiments égaux; 4° enfin, d'une cloison longitudinale placée au milieu de l'intervalle entre les parois d'amont et d'aval.

» Si l'on imagine un bateau ainsi disposé maintenu en amont du seuil, soit par des appuis, soit par des chaînes, on voit qu'en ouvrant les vannes d'amont on introduira l'eau dans l'entrepont, et que le bateau s'enfoncera à mesure que l'eau y entrera; il descendra donc jusqu'à effleurer le seuil, tandis que l'eau introduite s'élèvera dans l'entrepont un peu au-dessous du niveau d'amont. L'écoulement de l'eau sera ainsi intercepté et la retenue se formant, le bateau tendrait à remonter; on tiendra donc les vannes d'amont ouvertes jusqu'à ce que le niveau de cette retenue soit élevé à la hauteur prévue. Alors s'il n'existe pas de déversoir de superficie pour écouler les eaux, il faudra leur donner issue sous le bateau; c'est à quoi l'on parviendra très-facilement en fermant les vannes d'amont et ouvrant les vannes d'aval, parce que le bateau, allégé d'une partie du poids de l'eau qu'il contenait, s'élèvera, et sera facilement amené au point de débiter le volume fourni par la rivière.

» Si une crue survenait la nuit ou en l'absence du gardien, le bateau se soulèverait spontanément avec le niveau de l'eau d'amont, et offrirait ainsi un passage à la masse des eaux affluentes.

» Pour effacer la retenue on ouvrirait en entier les vannes de la face d'aval, et les eaux du bateau s'écoulant plus vite que celles de la retenue, les orifices des vannes s'élèveraient bientôt au-dessus du niveau d'aval, de sorte que quand on les refermerait, le bateau se trouverait entièrement vide, plongeant seulement de son moindre tirant d'eau.

» L'essai de ce bateau, inventé par M. Sartoris, a été fait par M. Mary, à Saint-Valery-sur-Somme, en 1826, pour fermer un passage de 6 mètres avec $1^m,20$ de chute; cet essai a été répété, en 1827, à l'écluse de Saint-Maur, par MM. Belanger et Mary, sur une ouverture de $7^m,50$ de largeur avec 2 mètres de chute. En ce moment, il en existe un petit modèle en expérience, aux bassins de Chaillot. Tous ces essais ont prouvé d'une manière incontestable la facilité et la parfaite sécurité de la manœuvre de ce barrage, pendant laquelle le barragiste, placé sur le pont dans l'enceinte formée par les bords du bateau, n'a autre chose à faire qu'à lever ou à fermer de petites vannes soumises à une faible charge.

» Ce que nous avons dit de la construction du bateau et du seuil contre lequel il vient descendre, suffit pour faire voir combien il serait facile de construire un barrage de cette espèce; on comprendra également que l'on pourrait manœuvrer un de ces bateaux comme une porte, quand on l'aurait vidé pour effacer la retenue; en effet, il suffirait pour cela d'adapter à un des angles d'aval un poteau semi-cylindrique logé dans une rainure verticale de même forme, pratiquée dans une culée, et de tirer l'extrémité opposée du bateau par un treuil placé en amont.

» Il est facile de voir que toutes les manœuvres à faire sur le bateau, soit pour produire une retenue, soit pour l'effacer, sont extrêmement rapides. Leur durée est mesurée par le temps nécessaire pour vider l'entrepont ou pour le remplir. Si, par exemple, nous supposons une retenue de $1^m,50$ formée par un bateau de 40 mètres de longueur, 5 mètres de largeur et 3 mètres de hauteur, comme celui dont le dessin est ci-joint, il faudrait environ 77 secondes pour vider l'entrepont en adaptant des vannes de $0^m,40$ sur $0^m,40$ à chacun des compartiments. Aucun système de barrage connu ne se manœuvra certainement avec une pareille rapidité. »

L'Académie invite MM. Arago, Beudant et Berthier à répondre à diverses questions qui ont été posées par M. le maire de Calais, à l'occasion du puits

artésien que M. Mulot creuse dans cette ville, et qui déjà est parvenu à une grande profondeur.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — Un *nouveau système de chemins atmosphériques* de M. **Chuard**, sera examiné par les Commissaires déjà chargés de rendre compte de l'invention de M. *Hallette*.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur une machine à composer; par* M. le docteur **Jules-Michel Franquely.**

(Commissaires, MM. Piobert, Morin, Séguier.)

M. de **Persigny** adresse une nouvelle rédaction de la quatrième partie de son travail sur les pyramides d'Égypte.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Note sur les lois du rayonnement de la chaleur; par* MM. **F. de la Provostaye** *et* **P. Desains.**

(Commissaires, MM. Pouillet, Regnault, Babinet.)

« Nous avons l'honneur d'offrir à l'Académie quelques-uns des résultats d'un travail commencé depuis plus de quinze mois et que nous avons l'intention de lui soumettre aussitôt que les calculs très-longs qui nous restent à faire seront entièrement terminés.

» Dans ce travail nous nous sommes proposé d'examiner comment se font les échanges de chaleur entre un corps et une enceinte complétement fermée, maintenue à une température constante, qui peut être inférieure ou supérieure à celle du corps. La question du réchauffement n'a pas encore été étudiée, du moins sous des pressions différentes; celle du refroidissement a déjà été l'objet d'un admirable travail de MM. Dulong et Petit; mais ces illustres physiciens se sont bornés à rechercher ce qui se passe lorsque l'enceinte a un pouvoir émissif et absorbant absolu. Il était important d'examiner les changements apportés aux lois du refroidissement par un changement dans la surface de l'enceinte; ce qui, à notre connaissance, n'a été l'objet d'aucune recherche expérimentale.

» Avant de nous occuper de cette dernière question, nous avons dû re-

prendre le travail de MM. Dulong et Petit; voici quel a été le résultat de très-nombreuses et très-longues expériences.

» La perte totale de chaleur d'un corps entouré d'un fluide gazeux, et placé dans une enceinte à température constante, inférieure à la sienne, est due, comme on sait: 1° aux échanges inégaux de chaleur qu'il fait avec l'enceinte; 2° à la chaleur qu'il cède au gaz, soit par rayonnement, soit au contact. Nous avons reconnu que la quantité de chaleur enlevée par l'air peut toujours être représentée par l'expression complexe indiquée par MM. Dulong et Petit, et que l'air enlève sensiblement la même quantité de chaleur aux corps, quel que soit l'état de leur surface. Du moins, la légère différence que nous avons cru reconnaître dans quelques cas, n'est pas telle que nous osions la regarder comme certaine avant d'avoir soumis la question à un nouvel examen.

» La perte de chaleur éprouvée par un corps dans un espace vide, est la différence entre la quantité de chaleur qu'il émet et celle qu'il reçoit de l'enceinte. D'après MM. Dulong et Petit, elle dépend: 1° de la température absolue du corps; 2° de la température absolue de l'enceinte; 3° de la grandeur et de la forme du corps; 4° de l'état de sa surface ou de son pouvoir émissif. L'expression de la vitesse de refroidissement dans le vide est affectée d'un coefficient qui varie avec les dimensions du corps et avec son pouvoir émissif. D'après les travaux des illustres physiciens cités, ce coefficient conserve une valeur constante à toute température pour un même état de la surface; d'où résulte la constance relative des pouvoirs émissifs du verre et de l'argent, seules substances sur lesquelles ils aient opéré. Nous trouvons, au contraire, que ce rapport demeure bien constant pour le verre et le noir de fumée, mais qu'il varie pour le verre et les surfaces métalliques telles que l'or et l'argent. Ce résultat nous paraît solidement établi par un grand nombre d'expériences. Nous avons observé successivement le refroidissement de deux thermomètres de dimensions et de formes très-diverses, l'un sphérique de 3 centimètres de diamètre, l'autre cylindrique de 7 centimètres de hauteur et de 2 centimètres de diamètre. L'enceinte était un ballon en cuivre de 25 centimètres de diamètre, complétement noirci à l'intérieur.

» Plusieurs séries d'expériences avec ces thermomètres nus et noircis sous des pressions très-différentes, nous ont permis de déterminer tous les éléments de l'expression qui représente leur refroidissement. La boule de l'un d'eux a été ensuite revêtue d'une feuille d'or, puis la boule de l'un et de l'autre a été couverte d'une feuille d'argent, et dans ces divers états les mêmes séries

d'expériences ont été reprises. De tous ces essais il résulte que la valeur du coefficient ci-dessus désigné ne demeure pas constante, qu'elle varie avec la température du corps, et qu'elle devient notablement plus grande à mesure que la température s'abaisse. En admettant cette variation, les vitesses observées se représentent parfaitement par les formules, et la différence entre le calcul et l'expérience ne se manifeste le plus souvent que dans les deux ou trois centièmes, tandis que, dans l'autre hypothèse, il faudrait admettre des erreurs de $\frac{1}{15}$ sur la valeur de la vitesse observée, ce qui est tout à fait inadmissible.

» Malgré tant d'expériences bien concordantes entre elles, nous ne nous sommes pas tenus pour satisfaits. Lorsqu'on observe le refroidissement d'un thermomètre, et qu'on l'assimile à celui d'une masse isolée, on commet une erreur qui peut n'être pas négligeable, car la tige intervient dans le refroidissement total. Lorsque la boule du thermomètre est vitrée et a de grandes dimensions par rapport à la tige, on conçoit que les résultats, sans être identiques, puissent ne pas différer d'une manière sensible. Il n'en est pas ainsi quand la boule est argentée; car le rayonnement de cette boule devenant six à sept fois plus petit pour un même excès de température, la chaleur rayonnée par la tige devient une fraction fort notable de la chaleur totale perdue par rayonnement. C'est, du reste, ce que l'expérience nous a démontré. D'après cela, nous avons cru devoir reprendre nos expériences en opérant avec des thermomètres complétement argentés dans la partie que contient l'enceinte. Nos résultats ont encore été les mêmes, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent se représenter exactement qu'en admettant la variation indiquée plus haut. Nous croyons donc que le fait est maintenant rigoureusement établi.

» MM. Dulong et Petit n'ayant presque jamais cité les vitesses totales observées sous diverses pressions, nous n'avons pu comparer nos résultats aux leurs. Il faut excepter néanmoins quatre tableaux par lesquels ils établissent que l'effet de l'air est le même sur un thermomètre vitré et sur un thermomètre argenté. En examinant ceux de ces tableaux qui se rapportent aux observations faites avec leur petit thermomètre, et divisant les vitesses de refroidissement dans le vide du thermomètre argenté, par les vitesses du même thermomètre vitré à même température, on trouve des quotients variables qui vont en croissant à mesure que la température s'abaisse. Néanmoins nous ne savons quel fonds nous devons faire sur cette coïncidence : 1° parce que dans ces expériences particulières la vitesse de refroidissement était telle que la précision était bien difficile; 2° parce que nous trouvons là une anomalie

dont nous n'avons pu nous rendre compte. D'après MM. Dulong et Petit, le rapport de ces vitesses pour un même thermomètre successivement argenté et vitré est toujours égal à $\frac{1}{5,7}$. Or, d'après les nombres qu'ils citent dans ces tableaux, ce rapport est à peu près double. Si nous osions hasarder une conjecture, nous dirions que dans ce cas le thermomètre étant très-petit, la tige avait une part assez grande dans le rayonnement pour que l'effet produit par elle fût sensiblement égal à celui de la boule quand elle était argentée.

» Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, si l'on prend pour mesure des pouvoirs émissifs relatifs du verre et de l'argent à une température donnée, le rapport des vitesses dans le vide d'un thermomètre vitré, et du même thermomètre complétement argenté, on trouve des quotients qui varient régulièrement de 8 à 5,6 environ, entre 150 et 40 degrés. On trouve des quotients plus faibles lorsque la tige est vitrée, mais les variations sont presque aussi fortes.

» Pour les reconnaître avec certitude, il faut de nombreuses séries d'expériences sous diverses pressions. Si l'on se bornait, en effet, à observer le refroidissement dans l'air d'un thermomètre argenté, la partie de la vitesse de refroidissement due à l'air étant à peu près quintuple de celle due au rayonnement, les variations que nous venons de signaler pourraient échapper, et c'est pour ce motif, sans aucun doute, que MM. Dulong et Petit ne les ont pas aperçues, quoiqu'ils aient attaché une grande importance à prouver la constance du rapport que nous croyons variable.

» Le fait une fois bien constaté, si l'on cherche à s'en rendre compte au point de vue physique, il est facile de voir qu'une variation du pouvoir émissif avec la température n'est nullement impossible; bien plus, on reconnaît qu'elle se rattache d'une manière très-naturelle aux recherches de M. Melloni sur des sujets très-voisins.

Refroidissement dans une enceinte dont le pouvoir absorbant n'est pas absolu.

» Nous connaissions, d'après les recherches précédentes, le pouvoir émissif de l'argent en feuilles; nous savions de plus, par des expériences directes, que le pouvoir émissif de l'argent en poudre est considérablement plus grand; nous avons donc été conduits à recouvrir intérieurement d'une feuille d'argent le ballon qui nous servait d'enceinte; puis nous avons repris toutes les expériences exécutées précédemment dans le même ballon noirci. Comme nous pouvions nous y attendre, la vitesse de refroidissement d'un thermomètre à boule nue est fort diminuée. L'effet de l'air demeure le même, mais les

échanges de chaleur entre le thermomètre et l'enceinte sont entièrement différents. En partant des idées généralement admises sur l'absorption et la réflexion régulières ou irrégulières de la chaleur, on arrive sans trop de peine à trouver par la théorie que la loi du refroidissement dans le vide doit être de même forme, et cette conséquence se trouve vérifiée par l'expérience. On trouve de plus l'expression du coefficient qui dépend des pouvoirs émissifs, absorbants, etc.; mais ici l'expérience est venue nous prouver que très-probablement on a négligé jusqu'ici, dans la théorie des échanges de la chaleur entre les corps, des éléments qui ne sont nullement négligeables. Ceci nous semble résulter clairement d'un fait qui paraît contraire à toutes les idées reçues, et qui pourtant est établi de la manière la plus nette et la plus décisive.

» Lorsque le thermomètre est entièrement revêtu d'une feuille d'argent, il se refroidit dans une enceinte argentée exactement comme dans une enceinte noircie. La perte de chaleur est rigoureusement la même dans le même temps pour un même excès de température, quelle que soit la pression. Voici quelques nombres qui pourront faire juger de l'identité complète des deux refroidissements.

» Le thermomètre sphérique, dans une enceinte à 19°,7, a mis à passer du trait 1000 au trait 550, sous la pression $0^{m},156$,

Dans le ballon noirci.	Dans le ballon argenté.
40′ 5″	40′ 5″

» Sous la pression $0^{m},076$, du trait 910 au trait 510,

Dans le ballon noirci.	Dans le ballon argenté.
55′ 45″	55′ 44″

» Le trait 1000 correspond à peu près à 120 degrés, le trait 510 à 41°30′.

» Le thermomètre cylindrique, dans une enceinte à 14°,7, a mis à passer du trait 850 au trait 660, sous la pression 6 millimètres,

Dans le ballon noirci.	Dans le ballon argenté.
30′ 32″	30′ 30″

» Du trait 620 au trait 400, sous la pression $87^{mill.},8$,

Dans le ballon noirci.	Dans le ballon argenté.
51′ 50″	51′ 50″

» Sur ce thermomètre le trait 850 correspond à peu près à 168 degrés, et le trait 400 à 41 degrés.

» Il est inutile de dire que nous avons suivi la marche des thermomètres de trait en trait dans toute l'étendue de l'échelle, et que l'accord se soutient dans toutes les parties. Les observations précédentes nous paraissent importantes pour la théorie de la chaleur rayonnante. En admettant que la chaleur qui a traversé une feuille d'argent n'a éprouvé aucun changement dans sa nature et dans ses propriétés, il nous paraît jusqu'à présent impossible de rendre compte du phénomène observé. En admettant ce changement dans la nature de la chaleur lorsqu'elle traverse des corps athermanes, on est conduit à des conséquences que le temps ne nous a pas encore permis de vérifier.

Réchauffement.

» Pour ne pas dépasser certaines bornes dans cette communication, nous nous contenterons de dire quelques mots sur le réchauffement. Nous l'avons observé dans un ballon noirci, maintenu à une température constante par de la vapeur d'eau bouillante. Nos résultats ne sont pas entièrement calculés, mais nous croyons pouvoir dire, d'une manière générale, qu'on peut représenter le réchauffement par l'expression qui fait connaître le refroidissement, pourvu qu'elle soit convenablement interprétée. »

ASTRONOMIE. — *Calcul des éphémérides de la comète découverte par* M. Mauvais. (Extrait d'une Lettre de M. **Plantamour** à M. *Arago*.)

« Je ne veux pas tarder plus longtemps à vous envoyer les observations que j'ai pu faire jusqu'à présent de la comète découverte par M. Mauvais. Ces positions seront probablement un peu modifiées, lorsque les lieux des étoiles de comparaison auront été déterminés plus exactement par des observations méridiennes. Dès à présent je peux corriger la première de mes observations, celle du 16 juillet que j'ai envoyée de suite à M. Mauvais, de l'erreur dans la position de l'étoile de comparaison, 54 φ Bouvier, dont l'ascension droite et la déclinaison moyennes, telles qu'elles résultent de sept observations faites à notre cercle méridien, sont

$$Æ = 15^h\,32^m\,13^s,56, \qquad \delta = +\,40^\circ\,51'\,51'',1;$$

tandis que la position, tirée des catalogues de Bradley et de Piazzi, était

$$Æ = 15^h\,32^m\,12^s,92, \qquad \delta = +\,40^\circ\,51'\,45'',6.$$

» Mon aide, M. Brudener, a pu observer au cercle méridien trois autres des étoiles de comparaison, dont voici les positions :

DÉSIGNATION DES ÉTOILES.	Æ MOYENNE au 1er janvier 1844.	DÉCLINAISON MOYENNE au 1er janvier 1844.	NOMBRE d'observations.
	h. m. s.		
μ Bouvier.	15.18.35,75	+ 37°55′ 38″4	4
XIV 263 Piazzi.	14.56.52,30	+ 35.49.10,8	2
28 σ Bouvier.	14.27.53,24	+ 30.25.30,0	2

» Les positions des autres étoiles de comparaison, trop faibles pour pouvoir être observées de jour au méridien, ont été tirées des zones de Bessel, sauf la dernière qui a été prise dans le catalogue de Piazzi.

» Voici maintenant les lieux de la comète que j'ai observés, à l'exception de celui du 25 juillet, pour lequel l'étoile de comparaison n'a pu être trouvée dans aucun catalogue.

DATES. 1844.	HEURES.	Æ APPARENTE.	DÉCLINAISON apparente.
	h. m. s.	h. m. s.	
16 juillet.......	10.35.41,39 t. m. de Gen.	15.37.48,26	+ 41°27′54″1
20 juillet.......	9.56. 4,29	15.17.59,03	+ 38.43.51,0
21 juillet.......	9.56.47,06	15.13.21,84	+ 38. 0.16,1
22 juillet.......	9.55.29,84	15. 8.54,32	+ 37.15.50,2
23 juillet.......	9.56.45,58	15. 4.34,64	+ 36.30.54,5
26 juillet.......	11. 4.22,19	14.52.18,07	+ 34.10.39,9
31 juillet.......	10.14. 0,34	14.34.59,10	+ 30.16.24,6
2 août........	10.51.54,80	14.28.47,11	+ 28.40.46,1
4 août........	10.21.27,54	14.23. 6,23	+ 27. 7.35,7
5 août........	9.40.49,70	14.20.28,36	+ 26.22. 3,7

» A l'aide de l'observation de Paris du 8 juillet, et de mes observations du 21 juillet et du 5 août, corrigées de l'aberration, j'ai calculé les éléments suivants, qui diffèrent peu des seconds éléments de M. Mauvais:

Passage au périhélie, 1844, octobre . . . . . 17,29040 t. m. de Paris.
Distance périhélie 0,8526526
Longitude du périhélie. . . . . 180° 15′ 46″,0 } rapportées à l'équinoxe
Longitude du nœud. . . . . 31° 43′ 2″,5 } moyen du 1er janvier 1844.
Inclinaison . . . . 48° 37′ 33″,5
Mouvement. . . . . Rétrograde.

» Ces éléments ne représentent pas encore les observations d'une manière satisfaisante, comme on peut le voir par le tableau suivant, qui donne les différences entre les longitudes et latitudes calculées, et les longitudes et latitudes observées :

DATES.	LIEU de l'observation.	ERREURS en longitude en arc de grand cercle.	ERREURS en latitude.
8 juillet 1844............	Paris.	— 0″4	— 0″5
16......................	Genève.	— 15,4	— 3,7
20......................	Genève.	— 14,6	+ 6,8
21......................	Genève.	— 11,3	+ 5,1
22......................	Genève.	— 14,3	+10,5
23......................	Genève.	— 4,7	+ 8,7
26......................	Genève.	— 1,8	+ 0,9
31......................	Genève.	— 24,3	+ 1,6
2 août..................	Genève.	— 32,7	—17,3
4......................	Genève.	— 4,4	— 4,6
5......................	Genève.	0,0	— 0,1

» Je crois qu'une grande partie de ces écarts vient de ce que, dans la position du 5 août, qui m'a servi à calculer les éléments, il y a une erreur assez forte dans l'ascension droite de l'étoile de comparaison tirée du catalogue de Piazzi, XIV, 97; en effet, d'après ce catalogue, j'ai pris pour l'ascension droite moyenne ramenée au 1er janvier 1844 : 215° 26′ 40″,5; or, l'ascension droite de cette étoile tirée de la 462e zone de Bessel, serait 215° 26′ 49″,9. Si la différence entre les deux positions provient d'un mouvement propre de l'étoile, l'ascension droite, dont j'ai fait usage, serait trop faible de près de 20 secondes.

» J'ai prolongé jusqu'à la fin de l'année les éphémérides de la comète que M. Mauvais a présentées à l'Académie le 30 juillet, mais en ne les calculant que de dix en dix jours.

DATES : à 9 heures, temps moyen de Paris.	DISTANCES de la comète au Soleil	DISTANCES de la comète à la Terre.	LONGITUDES géocentriques.	LATITUDES géocentriques.	ASCENSIONS droites apparentes.	DÉCLINAISONS apparentes.
1er octobre.	0,9023	1,8726	198° 16′ 55″	— 1° 33′ 55″	196° 15′ 25″	— 8° 37′ 14″
11 octobre..	0,8597	1,8396	198. 6.32	— 7.14. 0	193.51.55	—13.47. 0
21 octobre..	0,8560	1,7572	197.55.41	—13.12.11	191.14. 4	—19.11.51
31 octobre..	0,8918	1,6295	197.49.12	—19.49.11	188.12.15	—25.11.30
10 novembr.	0,9613	1,4693	197.50.43	—27.36.41	184.22.47	—32.13.34
20 novembr.	1,0556	1,2960	197.56.40	—37.23.25	178.41.53	—40.52.52
30 novembr.	1,1664	1,1364	197.50. 0	—50.12.38	168.18.22	—51.31.41
10 décembre.	1,2875	1,0260	196.14. 1	—66.49.41	144.56.51	—62.30.56
20 décembre.	1,4145	1,0029	168.25. 9	—85.40.13	100.12.16	—65.19.34
30 décembre.	1,5446	1,0859	34.11.18	—74.28.52	67. 1.22	—55.27.45

» Ces éphémérides montrent que la comète sera en conjonction vers le 11 octobre. Son mouvement géocentrique sera, depuis le mois de septembre jusqu'au commencement de décembre, presque perpendiculaire à l'écliptique, près du pôle austral de laquelle elle passera vers le 21 ou le 22 décembre; elle sera en même temps en opposition. Comme à cette époque elle ne sera guère distante de la Terre de plus du demi-grand axe de l'orbite de la Terre, il est probable que dans l'hémisphère austral on la verra très-brillante, peut-être à l'œil nu. La comète redeviendra visible dans nos contrées vers le milieu de janvier de l'année prochaine dans la constellation de l'Éridan. »

PHOTOGRAPHIE. — M. **Arago** a déposé sur le Bureau, de la part de M. **Thiesson**, un grand nombre de portraits remarquables exécutés au daguerréotype. M. Thiesson, présent à la séance, reçoit les félicitations de M. le Président.

Une Commission, composée de MM. Arago, Dumas, Regnault, Babinet, ira voir opérer M. Thiesson.

M. ARAGO présente, de la part de M. LORTET, le tableau des observations hydrologiques recueillies sur différents points du bassin du Rhône pendant le mois de juin 1844.

MM. Thenard et Arago feront des démarches, au nom de l'Académie, auprès du Ministre de l'Agriculture et du Commerce, afin d'obtenir que les diverses stations, déjà établies, soient pourvues de baromètres et de thermomètres comparables.

ASTRONOMIE. — *Observations d'étoiles filantes faites en Belgique.* (Extrait d'une Lettre de M. QUETELET à M. *Arago*.)

« Nous n'avons vu le ciel que pendant quelques heures dans la soirée du 9 de ce mois; cependant ce court intervalle nous a permis de reconnaître que ces météores ont mieux répondu à l'attente générale que l'année dernière.

» Pendant la première partie de la soirée du 9, l'état du ciel était très-satisfaisant à Bruxelles; mais des nuages se sont formés ensuite, et il n'a plus été possible d'observer, ni pendant cette nuit, ni pendant les nuits suivantes. Nous avons compté, M. Bouvy et moi, en observant alternativement du côté du midi, 29 étoiles filantes dans l'intervalle d'une heure (9^h30^m à 10^h30^m). Pendant ce temps M. Houzeau observait du côté du nord, et il a compté 48 étoiles filantes dans l'espace d'une heure et demie (9^h30^m à 11 heures): par conséquent 32 par heure. Plusieurs de ces étoiles filantes étaient très-belles et laissaient des traînées lumineuses après elles. Cette apparition ne se distingue pas seulement par le nombre des météores, qui a été quatre fois plus grand que pour des nuits ordinaires, mais encore par la direction générale des météores, qui annonçait un point d'irradiation.

» Parmi toutes les étoiles filantes, il en est une particulièrement remarquable qui s'est présentée vers 10^h5^m, et qui doit avoir été remarquée encore dans d'autres localités. Elle marchait avec une lenteur extrême, en suivant une ligne sinueuse à travers la constellation de Pégase, et en se dirigeant du sud au nord, c'est-à-dire à peu près en sens contraire du mouvement général.

» A Gand, les étoiles filantes ont également été observées avec succès par M. Duprez, professeur de physique à l'Athénée royal. La moyenne du nombre des météores observés a été de 26,5 par heure, savoir :

De 10 à 11 heures.	23	étoiles	filantes.
De 11 à minuit.	27	»	»
De minuit à 1 heure.	30	»	»

« Le grand éclat de ces étoiles filantes, écrit M. Duprez, et la durée de » persistance des traînées lumineuses qui les accompagnaient, m'ont paru » surtout remarquables cette année : les plus brillantes apparurent de minuit à une heure, et il était alors rare d'en observer une qui ne fût accompagnée d'une traînée lumineuse, dont le plus souvent se détachaient de » vives étincelles.... La direction a été généralement du nord-est au sud-» ouest; et c'est une chose bien remarquable que, des 80 météores observés, pas un seul ne s'est dirigé entre le nord et le sud du côté de l'ouest, » vers la partie opposée du ciel. »

» A Bruges, les observations ont été faites par M. le docteur Forster, qui dit avoir compté un bon nombre d'étoiles filantes dans la soirée du 9; mais c'est dans la nuit suivante que leur nombre a été considérable. « Le » nombre total, dit-il, doit monter jusqu'à 700 à peu près : la moyenne » était de plus de 96 par heure. » M. Forster a reconnu également un point de convergence, mais il lui a été difficile de le bien préciser. »

M. Vallot adresse une Note sur le ver du Fezzan.

(A.)

(*Pièces de la séance du* 26 *août* 1844.)

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Sur la théorie de la fabrication de l'acide sulfurique; par* M. Eug. Péligot.

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Payen.)

« Je me propose de faire connaître à l'Académie quelques expériences entreprises dans le but de confirmer une théorie de la fabrication de l'acide sulfurique à laquelle j'ai été conduit par les recherches sur l'acide hypoazotique et sur l'acide azoteux que j'ai publiées en 1841.

» Presque tous les chimistes s'accordent à considérer les cristaux qui se forment, quand on met en présence l'acide sulfureux, l'acide hypoazotique et l'eau, comme jouant un rôle essentiel dans la production manufacturière de l'acide sulfurique. On sait que ces cristaux se produisent dans des circonstances nombreuses, et qu'ils fournissent de l'acide sulfurique et un composé oxygéné de l'azote quand on les met en contact avec l'eau; leur composition, restée longtemps incertaine, malgré les nombreuses analyses qui en ont été

faites, a été fixée en 1840 par M. de la Provostaye, qui a signalé leur production au moyen des acides hypoazotique et sulfureux secs, sous l'influence d'une pression considérable.

» Les faits observés par M. de la Provostaye l'ont conduit à introduire quelques modifications nouvelles dans la théorie de la fabrication de l'acide sulfurique; sans contester le mérite et l'exactitude de ces faits, je pense que leur application à cette théorie laisse encore beaucoup à désirer, attendu que la production de l'acide sulfurique est tout à fait indépendante de l'existence et conséquemment de la nature de ces produits, auxquels on a donné le nom fort impropre de cristaux des chambres de plomb.

» Il résulte, en effet, de l'observation journalière et du témoignage unanime des fabricants d'acide sulfurique, que ces cristaux, auxquels les chimistes attribuent la production de cet acide, ne se forment jamais dans leurs appareils quand ils fonctionnent avec régularité; ils ne sont qu'un accident de leur fabrication, accident très-rare aujourd'hui par suite des perfectionnements qu'elle a reçus.

» Ces résultats constants de l'opération manufacturière ont sans doute conduit M. Berzelius à interpréter d'une autre manière les phénomènes qui se passent dans les chambres de plomb. « Lorsque le gaz oxyde nitrique entre en contact avec l'air, dit le célèbre chimiste suédois, il se convertit aux dépens de celui-ci en acide nitreux, qui, combiné avec l'humidité de l'air, produit des vapeurs d'acide nitreux aqueux. Le gaz acide sulfureux enlève à l'acide nitreux, et l'oxygène dont il a besoin pour passer à l'état d'acide sulfurique, et l'eau nécessaire pour convertir celui-ci en acide sulfurique aqueux et se condenser; quant à l'acide nitreux, il repasse à l'état de gaz oxyde nitrique qui exerce ensuite la même action sur de nouvelles quantités de gaz acide sulfureux et d'air humide (1). »

» M. Mitscherlich adopte à peu près la même théorie; il admet « que le deutoxyde d'azote, en se combinant avec l'oxygène de l'air, produit de l'acide nitreux, qui cède l'oxygène acquis à l'acide sulfureux pour former de l'acide sulfurique (2). »

» Les opinions de MM. Berzelius et Mitscherlich, tirées d'ouvrages dont la publication est déjà ancienne, ont été probablement modifiées par les travaux récents qui ont été faits sur ce sujet : il n'est plus possible aujourd'hui

(1) *Traité de Chimie* de M. Berzelius, édition française de M. F. Didot, 1830; t. II, pag. 10.

(2) *Éléments de Chimie* de M. Mitscherlich, traduits par M. Valerius, 1836; t. II, pag. 64.

d'admettre l'existence de l'acide nitreux aqueux; j'ai démontré, en outre, dans le travail dont j'ai rappelé le titre au commencement de ce Mémoire, que le bioxyde d'azote se transforme en acide hypoazotique (AzO^4) par son contact avec l'oxygène atmosphérique, et non pas en acide nitreux (AzO^3), ainsi que le suppose cette théorie. On sait enfin que l'acide sulfureux n'a d'action sur l'acide hypoazotique que sous l'influence d'une forte pression.

» La théorie que je vais exposer me semble expliquer, d'une manière simple et satisfaisante, tous les phénomènes qui se passent réellement dans la fabrication de l'acide sulfurique; elle repose sur les faits suivants :

» 1°. L'acide sulfureux décompose l'acide azotique; le premier se transforme en acide sulfurique, et le second en acide hypoazotique.

» 2°. L'eau change ce dernier acide en acide azotique et en acide azoteux.

» 3°. L'acide azoteux, sous l'influence d'une quantité d'eau plus grande, devient à son tour de l'acide azotique et du bioxyde d'azote.

» 4°. Ce gaz, en contact avec l'air atmosphérique, reproduit de l'acide hypoazotique que l'eau transforme en acide azoteux et en acide azotique. L'acide sulfureux agit d'*une manière incessante et exclusive* sur l'acide azotique constamment régénéré dans ces différentes phases de l'opération.

» Ces réactions excluent l'intervention d'aucun composé cristallisé; elles sont nettement représentées par les formules suivantes :

$$AzO^5, Aq + So^2 = So^3, Aq + AzO^4;$$
$$2\,AzO^4 + Aq = AzO^3 + AzO^5, Aq;$$
$$3\,AzO^3 + Aq = 2\,AzO^2 + AzO^5, Aq;$$
$$AzO^2 + 2O = AzO^4 \ldots\ldots \text{etc.}$$

» Les faits principaux qui servent de base à cette théorie sont établis par des expériences suffisamment précises pour qu'il soit superflu de les soumettre à de nouvelles épreuves; j'ai cru néanmoins qu'il était utile d'étudier avec soin l'action de l'acide sulfureux sur l'acide azotique à différents degrés de concentration et à différentes températures, et de fixer les limites auxquelles elle cesse de se manifester.

» L'appareil dont je me suis servi consiste en un matras contenant du cuivre et de l'acide sulfurique pour la production du gaz sulfureux, et en deux appareils à boules, de Liebig; le premier servant au lavage du gaz, l'autre renfermant l'acide azotique soumis à l'expérience.

» L'acide azotique contenant le moins d'eau possible, celui dont la densité est représentée par 1,51 est converti, par l'acide sulfureux sec, en une masse

de cristaux qui sont probablement identiques avec ceux qui ont été produits et étudiés par M. de la Provostaye. Ce fait ne touche en rien la théorie de la fabrication, puisque l'acide dont on fait usage est toujours à un degré de concentration beaucoup moindre.

» L'acide azotique du commerce, et celui qui marque de 24 à 28 degrés au pèse-acide, et qui contient de 27 à 34 d'acide anhydre pour 100 parties, est décomposé très-énergiquement par l'acide sulfureux; des vapeurs rutilantes d'acide hypoazotique se forment immédiatement dans la première boule de l'appareil de Liebig, et colorent le liquide en vert; la température s'élève beaucoup pendant toute la durée de l'action qui se manifeste de proche en proche, l'acide sulfureux étant absorbé en totalité tant que tout l'acide azotique n'a pas été employé à sa transformation en acide sulfurique; aussi remarque-t-on une coloration différente dans chaque boule; à mesure que l'action qui se produit dans la première diminue, la couleur verte du liquide qu'elle contient s'affaiblit, en même temps que celui de la seconde augmente en intensité; chaque boule prend alternativement une teinte verte foncée; le liquide devient ensuite d'un vert plus pâle, puis d'un jaune orangé; quand l'acide azotique est entièrement détruit, il redevient incolore. Si l'acide qu'on soumet à l'expérience est l'acide à 5 équivalents d'eau, entrant en ébullition à 120 degrés, la température s'élève tellement qu'elle s'oppose à la dissolution de l'acide azoteux; aussi ne remarque-t-on pas de coloration.

» Quand l'acide azotique est étendu d'une quantité d'eau plus considérable, on obtient la coloration en bleu indigo pur qui résulte de la dissolution de l'acide azoteux dans l'acide azotique faible, et qui se forme, comme on sait, par l'action même du bioxyde d'azote sur l'acide azotique étendu d'eau.

» Lorsque l'expérience est terminée, l'acide sulfureux cessant d'être absorbé, on reconnaît, en employant les méthodes très-délicates qui constatent la présence des moindres traces d'acide azotique, que le liquide qui est resté dans les boules est de l'acide sulfurique hydraté, tenant en dissolution un excès d'acide sulfureux : il est absolument privé d'acide azotique, ou de tout autre composé de l'azote. En mettant, en effet, ce liquide en contact avec une dissolution incolore de sulfate de protoxyde de fer dans l'acide sulfurique concentré, et en opérant avec les précautions usitées pour que la température ne s'élève pas, aucune coloration en brun, en rouge ou en rose ne se manifeste; la moindre trace d'acide azotique ajouté à ce liquide produit, au contraire, la coloration en rose.

» On remarque d'ailleurs que le contact de l'acide sulfureux sur l'acide azotique détermine constamment la formation de vapeurs rutilantes d'acide

hypoazotique dès le commencement de l'opération, et sans l'intervention de l'oxygène atmosphérique; cela résulte de l'action même de l'acide sulfureux sur l'acide azotique : plus tard, quand le gaz sulfureux agit sur le liquide vert ou jaune qui résulte de cette première phase, les vapeurs rouges disparaissent en grande partie, car le produit qui se forme est du bioxyde d'azote.

» Il était essentiel de contrôler l'exactitude des phénomènes successifs que je viens de décrire, et leur application à la théorie de la fabrication de l'acide sulfurique, en constatant que tout l'acide azotique soumis à l'action de l'acide sulfureux en excès se dégage finalement sous cette forme de bioxyde d'azote, quand l'oxygène atmosphérique n'intervient pas dans l'opération. Il suffit, pour constater ce résultat, de recueillir sous l'eau le gaz qui se dégage, après que l'opération a déjà marché pendant un certain temps. L'examen de ce gaz m'a prouvé qu'il consiste en bioxyde d'azote *entièrement pur*, absorbable sans aucun résidu par les sels de protoxyde de fer.

» L'acide azotique, très-dilué, contenant par exemple 85 pour 100 d'eau (acide à 13 degrés du pèse-acide), n'est pas altéré par un courant d'acide sulfureux à la température ordinaire; mais en chauffant le liquide jusqu'à 60 ou 80 degrés, il se convertit en acide sulfurique.

» La même expérience a été faite avec de l'acide azotique à 7°,5 et à 4°,5. L'action est nulle à froid; elle est sensible lorsqu'on chauffe le liquide à 80 degrés : elle fournit de l'acide sulfurique.

» Il résulte donc de ces expériences que l'acide azotique, même très-étendu d'eau, transforme l'acide sulfureux en acide sulfurique.

» Il est inutile de faire remarquer combien la théorie que je viens de développer se trouve confirmée par la pratique actuelle de la fabrication de l'acide sulfurique. On sait, en effet, que le procédé généralement adopté aujourd'hui par les manufacturiers consiste à faire arriver l'acide sulfureux dans une première chambre de plomb qui renferme des vases remplis d'acide azotique au degré commercial; il n'est pas douteux que l'action commence par la transformation de cet acide en vapeurs nitreuses qui se répandent, à cause de leur grande volatilité, dans toutes les parties de l'appareil dans lesquelles affluent l'eau et l'air, régénérant sans cesse l'acide azotique nécessaire à la conversion du gaz sulfureux en acide sulfurique. La quantité de vapeur d'eau qui arrive dans les différentes parties de l'appareil est trop considérable pour que les réactions puissent se passer autrement, et pour que la formation des cristaux des chambres soit admissible.

» En considérant la faculté que possède le gaz sulfureux de détruire et de chasser complétement l'acide azotique dissous dans une quantité d'eau même

considérable, ainsi que cela résulte des expériences qui précèdent, on est conduit à admettre que l'acide sulfurique qui se produit sous l'influence d'un excès de gaz sulfureux doit être entièrement exempt d'acide azotique. Cette considération est très-importante pour la pratique; car on sait que l'acide sulfurique du commerce se trouve quelquefois souillé d'une proportion plus ou moins grande d'acide azotique dont la présence est nuisible pour certaines opérations, notamment quand l'acide sulfurique est destiné à la dissolution de l'indigo.

» J'ai fait quelques expériences pour constater l'efficacité de cette réaction considérée comme moyen de purifier l'acide sulfurique. J'ai ajouté à de l'acide sulfurique du commerce, marquant 65 degrés, une petite quantité d'acide azotique, et je l'ai soumis à l'action du gaz sulfureux; l'acide azotique n'a pas été détruit, ainsi qu'on pouvait le prévoir, car cette destruction exige l'intervention d'une certaine proportion d'eau à l'état libre agissant sur les produits même de la décomposition de l'acide azotique. Il est vraisemblable que l'acide azotique qui se trouve dans l'acide sulfurique concentré y existe sous la forme des cristaux étudiés par M. de la Provostaye, lesquels sont solubles dans cet acide. Cette hypothèse rend compte du fait de la persistance de l'acide azotique dans l'acide sulfurique du commerce, dont la température a été portée pour la concentration jusqu'à 326 degrés; si l'acide azotique était libre, il se dégagerait à une température bien moins élevée; on sait, au contraire, que les cristaux de M. de la Provostaye n'entrent en vapeur qu'à la température de l'ébullition du mercure.

» Les résultats sont très-différents quand on opère sur de l'acide sulfurique étendu d'eau; on a ajouté à de l'acide sulfurique marquant 65 degrés au pèse-acide, un volume d'eau égal au sien. Le mélange marquait 47 degrés. On y a versé 5 centimètres cubes d'acide azotique à 38 degrés. Le gaz sulfureux, mis en contact avec ce liquide chauffé à 60 degrés, a déterminé immédiatement la production de vapeurs rutilantes; employé en excès, il a fait disparaître entièrement l'acide azotique; car le liquide restant n'a produit aucune coloration par son contact avec le sulfate de fer dissous dans l'acide sulfurique pur.

» La même expérience a été faite sur de l'acide provenant des chambres de plomb; la densité de ce liquide était représentée par 1,530 (50 degrés au pèse-acide); il contenait de l'acide azotique qui a disparu entièrement sous l'influence de l'acide sulfureux en excès.

» Ces résultats m'auraient conduit à proposer l'action du gaz sulfureux sur l'acide sulfurique faible comme un procédé manufacturier propre à fabri-

quer de l'acide sulfurique dépouillé d'acide azotique, si M. Payen ne m'avait appris, depuis la rédaction de ce travail, que cette méthode de purification est déjà mise en pratique dans plusieurs usines. Ils montrent, dans tous les cas, combien il importe pour les fabricants d'acide sulfurique de produire leur acide des chambres sous l'influence d'un excès d'acide sulfureux. »

CHIMIE. — *Recherches sur les types chimiques; par* M. **Aug. Cahours.** (Premier Mémoire.)

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Dumas.)

« Depuis longues années les études des chimistes sont dirigées vers la recherche de la constitution réelle des acides et des sels.

» Deux hypothèses ont été émises à l'égard de ces composés par deux des hommes les plus éminents dont la science s'honore : Lavoisier et Davy.

» Pour Lavoisier, un acide est une combinaison résultant de l'union de deux composés binaires qui sont, d'une part, de l'eau; de l'autre, une combinaison oxygénée regardée par ce chimiste comme le véritable acide anhydre. Vient-on à mettre l'acide hydraté en présence d'une base, l'eau est éliminée et se trouve remplacée par cette dernière. On forme de la sorte un composé qu'on désigne sous le nom de sel.

» L'acide hydraté serait donc le type salin du genre; en remplaçant l'eau par les différentes bases connues, on obtiendrait les espèces diverses qui appartiennent à ce genre. Ainsi, en appliquant cette manière de voir aux acides sulfurique, azotique, chlorique, etc., on aurait

SO^3, HO type du genre sulfate,

$SO^3, HO + KO = HO + SO^3, KO,$
Sulfate de potasse.

$SO^3, HO + PbO = HO + SO^3, PbO,$ etc.;
Sulfate de plomb.

AzO^5, HO type du genre azotate,

$AzO^5, HO + KO = HO + AzO^5, KO,$
Azotate de potasse.

$AzO^5, HO + PbO = HO + AzO^5, PbO,$ etc.;
Azotate de plomb.

ClO^5, HO type du genre chlorate,

$ClO^5, HO + KO = HO + ClO^5, KO,$
Chlorate de potasse.

$ClO^5, HO + PbO = HO + ClO^5, PbO,$ etc.,
Chorate de plomb.

Le sel neutre ne différerait alors de l'acide hydraté que par la substitution d'une molécule d'un oxyde de la forme MO à une molécule d'eau.

» Ces vues, remarquables par leur simplicité, furent alors adoptées par le plus grand nombre des chimistes. Mais quand, plus tard, on découvrit des combinaisons formées d'un radical et d'hydrogène, et fonctionnant à la manière des acides, on fut obligé d'établir deux groupes distincts, savoir : les oxacides et les hydracides.

» Dans un Mémoire fort remarquable sur l'acide iodique, Davy essaya de ramener ces deux classes de composés à un même type; il considéra dès lors tous les acides comme des hydracides comparables à l'acide chlorhydrique. Dans cette hypothèse, la formation des sels s'expliquerait par de simples phénomènes de substitution.

» En formulant l'acide sulfurique monohydraté de la manière suivante :

$$SO^4, H$$

tous les sulfates en dériveraient en effet par la substitution d'une molécule d'un métal quelconque à la molécule d'hydrogène qu'il renferme.

» Les idées ingénieuses de Davy s'accommodaient ainsi parfaitement aux différents acides connus; aussi trouvèrent-elles crédit parmi des chimistes fort distingués.

» La découverte des acides polybasiques vint apporter des objections sérieuses à cette manière de voir; ainsi, pour les trois hydrates distincts d'acide phosphorique si bien étudiés par M. Graham, il fallait, disait-on, admettre trois radicaux différents et inconnus; tandis qu'en partant des idées de Lavoisier, la constitution de ces composés s'expliquait d'une manière simple; mais on peut facilement écarter ces difficultés en se laissant guider par les idées de M. Dumas.

» Ce chimiste, donnant de l'extension aux idées de Davy, proposa de considérer certaines molécules comme de véritables types, dans lesquels on peut remplacer certains éléments par d'autres, sans en changer les propriétés fondamentales.

» Considérés à ce point de vue, les trois hydrates d'acide phosphorique formeraient trois types qu'on pourrait formuler ainsi :

$$Ph\,H\,O^6;$$
$$Ph\,H^2O^7;$$
$$Ph\,H^3O^8.$$

» Le premier pourrait échanger son équivalent d'hydrogène contre 1 équivalent de métal, et donnerait naissance aux métaphosphates.

» Le second produirait les pyrophosphates par la substitution de 1 ou 2 équivalents de métal à 1 ou 2 équivalents d'hydrogène.

» Enfin, en remplaçant 1, 2 ou 3 équivalents d'hydrogène par 1, 2 ou 3 équivalents de métal, on obtiendrait les phosphates ordinaires.

» Tous les acides dits polybasiques peuvent se formuler d'une manière analogue, et la formation de leurs sels s'explique d'une façon toute semblable.

» C'est guidé par ces vues que j'ai entrepris les recherches qui vont suivre sur l'acide salicylique et ses dérivés.

» Les propriétés curieuses et surtout inattendues du salicylate de méthylène et de l'éther salicylique, avaient conduit M. Dumas, dans son Rapport sur mon Mémoire relatif à ces combinaisons, à considérer l'acide salicylique comme bibasique; on pouvait se rendre ainsi facilement compte du mode d'action de ces produits en présence des bases. Les faits que j'ai récemment observés, et dont je vais rendre un compte sommaire, prouvent d'une manière évidente que l'acide salicylique est un acide monobasique ou pour mieux dire un acide uni-moléculaire.

» Mis en présence des bases, cet acide donne des composés cristallisables qui, pour la plupart, retiennent de l'eau, mais qui la perdent à une température qui n'excède pas 200 degrés. Je n'ai pu obtenir ni de salicylate à deux bases, ni de salicylate avec excès de base.

» L'acide salicylique est un véritable type qui peut échanger 1 équivalent d'hydrogène contre 1 équivalent d'un métal simple (potassium, barium, argent, etc.), ou d'un métal composé (ammonium, méthylium, etc.), en donnant naissance à une série de produits doués des propriétés fondamentales qui le caractérisent.

» L'acide salicylique hydrogéné

$$\begin{matrix} C^{14}H^{5}O^{6}, \\ H \end{matrix}$$

l'acide salicylique kalié

$$\begin{matrix} C^{14}H^{5}O^{6}, \\ K \end{matrix}$$

l'acide salicylique méthylié

$$\begin{matrix} C^{14}H^{5}O^{6}, \\ C^{2}H^{3} \end{matrix}$$

forment des groupements moléculaires qui donnent des résultats entièrement semblables lorsqu'on fait intervenir un même réactif.

» Ainsi, qu'on prenne le type, le chef de famille $\frac{C^{14} H^5 O^6}{H}$, ou l'un de ses dérivés que nous avons formulé plus haut, et qu'on mette ces différents produits en présence du chlore ou du brome, et l'on obtiendra une série de composés qui présentent entre eux la plus parfaite ressemblance.

» Tant que, dans une molécule chimique, on met à la place d'un élément un autre élément de nature analogue, les propriétés chimiques se trouvent conservées; c'est ce qui résulte de l'observation d'un très-grand nombre de faits.

» Si l'on substitue, au contraire, à l'hydrogène des corps tels que l'amidogène, la vapeur nitreuse, etc., qui en diffèrent essentiellement au point de vue chimique, la molécule-mère se trouve modifiée de telle sorte, qu'un réactif donné ne se comporte plus avec elle comme avec la molécule dérivée; c'est ce que je prouverai dans l'examen comparatif de l'acide salicylique et de l'acide indigotique, ce qui fera l'objet d'un autre Mémoire.

» En se dédoublant sous l'influence de la chaleur, l'acide salicylique et ses dérivés métalliques fournissent un même produit, l'hydrate de phényle; mais vient-on à soumettre au même agent les produits de la substitution du méthylium ou de l'éthylium à l'hydrogène, on obtient alors de nouveaux produits qu'on peut considérer comme dérivés de l'hydrate de phényle par la substitution du méthylium ou de l'éthylium à l'hydrogène, et qui appartiennent au même type.

» Ainsi l'on a

$$C^{14} H^6 O^6 - 2 CO^2 = C^{12} H^6 O^2,$$

$$\underset{C^2 H^3}{C^{14} H^5} O^6 - 2 CO^2 = \underset{C^2 H^3}{C^{12} H^5} O^2.$$

» Si l'on remplace, dans l'acide salicylique, 1 équivalent d'hydrogène par 1 équivalent d'ammonium, la moitié de l'hydrogène de ce composé, agissant comme corps réducteur, s'empare d'une quantité proportionnelle d'oxygène, et l'on obtient alors la salicylamide qui possède un groupement moléculaire différent :

$$\underset{(Az H^4)}{C^{14} H^5} O^6 - 2 H O = \underset{\substack{Az H^2 \\ \text{Salicylamide.}}}{C^{14} H^5 O^4}.$$

Ce qui se comprend facilement, deux molécules d'eau se séparant dans ce dernier cas, tandis que dans les deux premiers, c'est de l'acide carbonique.

» Sous l'influence du chlore et du brome, l'acide salicylique perd 1, 2 ou 3

équivalents d'hydrogène qu'il échange contre un nombre égal d'équivalents de ces corps simples. Tous ces dérivés ne présentent pas le même degré de stabilité; les composés $\begin{array}{c}C^{14}H^{4}O^{6}\\ Br^{2}\end{array}$ et $\begin{array}{c}C^{14}H^{4}O^{6}\\ Br^{2}\end{array}$ sont ceux qui en offrent le plus.

» Les acides salicylique kalié et méthylié offrent des résultats parfaitement semblables: ainsi l'on a

$$\begin{array}{c}C^{14}H^{3},\\ K\\ Br^{2}\end{array}\qquad\begin{array}{c}C^{14}H^{2}O^{6}.\\ C^{2}H^{3}\\ Br^{2}\end{array}$$

Ce qui devait être nécessairement, ces produits appartenant au même type chimique. Sous l'influence de la chaleur, les composés

$$\begin{array}{c}C^{14}H^{4}O^{6},\\ Br^{2}\\ \\ \end{array}\qquad\begin{array}{c}C^{14}H^{3}O^{6},\\ K\\ Br^{2}\end{array}\qquad\begin{array}{c}C^{14}H^{4}O^{6},\\ Cl^{2}\\ \\ \end{array}\qquad\begin{array}{c}C^{14}H^{3}O^{6}\\ K\\ Cl^{2}\end{array}$$

se décomposent à la manière de la molécule primitive $C^{14}H^{6}O^{6}$ d'où ils dérivent, et produisent également, par la perte de deux molécules d'acide carbonique, des composés dérivés de l'hydrate de phényle par substitution. Le composé $\begin{array}{c}C^{14}H^{3}O^{6}\\ C^{2}H^{3}\\ Br^{2}\end{array}$ se transforme, au contraire, en bibromanisole $\begin{array}{c}C^{12}H^{3}O^{2}\\ C^{2}H^{3}\\ Br^{2}\end{array}$ qui correspond à l'anisole $\begin{array}{c}C^{12}H^{5}O^{2}\\ C^{2}H^{3}\end{array}$ dérivé lui-même de l'acide salicylique méthylié; l'hydrate de phényle, qui tend à se produire dans cette circonstance, devant nécessairement être modifié par l'introduction du méthylium à la place de l'hydrogène.

» Les acides monobasiques se comportent tous d'une manière analogue, mais il n'en est aucun qui fournisse des résultats plus tranchés que l'acide salicylique; aussi son étude est-elle une des plus instructives que présentent les composés de la nature organique.

» Doué d'une composition simple, il produit un grand nombre de dérivés liés à lui par des relations d'une extrême simplicité, et susceptibles de se dédoubler sous des influences déterminées pour fournir des composés du même ordre. La formation de ces derniers s'explique de la manière la plus nette, en partant de la théorie des types établie par M. Dumas, théorie qui ne repose sur aucune hypothèse, et qui consiste à considérer un petit nombre de corps doués d'une existence réelle, comme des systèmes formés de molécules qu'on

peut remplacer par d'autres du même ordre en formant des composés analogues.

» Je dois signaler, en terminant, un fait d'un haut intérêt, savoir, la formation de l'acide salicylique au moyen de l'indigo pur : ce qui rend compte de la production de substances identiques, lorsque l'on fait agir certains réactifs sur des composés de la série indigotique et salicylique. Cette transformation s'opère, sous l'influence de la potasse solide, à une température supérieure à 300 degrés. L'expérience ne réussit pas toujours très-bien : si l'on dépasse la température convenable, la matière est détruite, et l'on obtient une substance brune; si on ne prolonge pas suffisamment l'action, on n'obtient que de l'acide anthranilique.

» En formulant l'indigo

$$C^{16}H^5AzO^2$$

à la manière de M. Dumas

$$\begin{matrix} C^{14}H^5O^2, \\ C^2Az \end{matrix}$$

on aurait pour la première action de la potasse hydratée

$$\begin{matrix} C^{14}H^5O^2 \\ C^2Az \end{matrix} + 2HO = \underbrace{\begin{matrix} C^{14}H^5O^4 \\ C^2Az \end{matrix}}_{\text{Isatine.}} + H^2.$$

On aurait ensuite

$$\begin{matrix} C^{14}H^5O^4 \\ C^2Az \end{matrix} + 4HO = \underbrace{\begin{matrix} C^{14}H^5O^4 \\ AzH^2 \end{matrix}}_{\text{Acide anthranilique.}} + CO^2 + H^2.$$

» Ce dernier produit se détruisant ensuite, on aurait en dernier lieu

$$\underbrace{\begin{matrix} C^{14}H^5O^4 \\ AzH^2 \end{matrix}}_{\text{Acide anthranilique.}} + 2HO = \underbrace{C^{14}H^6O^6}_{\text{Acide salicylique.}} + AzH^3.$$

Ce résultat, qu'on pouvait prévoir, établit un lien fort simple entre deux des familles organiques les mieux connues aujourd'hui, celle du salicyle et celle de l'indigo.

» Ainsi, pour résumer les faits précédents, nous dirons que l'acide salicylique est un type qui peut échanger de l'hydrogène contre des métaux simples, en fournissant une série de composés dans lesquels les propriétés fondamentales sont conservées. Sous l'influence de la chaleur, ils donnent un produit identique, l'hydrate de phényle.

» Si l'on met à la place de l'hydrogène des métaux composés, tels que du méthylium, de l'éthylium, etc., on obtient des produits du même ordre, mais qui se dédoublent sous l'influence de la chaleur, en donnant des composés qu'on peut considérer comme dérivés de l'hydrate de phényle, une molécule de méthylium ou d'éthylium remplaçant une molécule d'hydrogène.

» Substitue-t-on de l'ammonium à de l'hydrogène, on obtient encore un composé analogue aux précédents; mais celui-ci, sous l'influence de la chaleur, se comporte de telle sorte que la moitié de l'hydrogène de l'ammonium s'unit à une quantité proportionnelle d'oxygène qui se dégage, et l'on obtient pour résidu, de la salicylamide qui ne rentre plus dans le type phényle.

» Si l'on substitue du chlore ou du brome à l'hydrogène dans l'acide salicylique et ses dérivés, on forme de nouveaux produits qui, sous l'influence de la chaleur, se comportent comme les précédents.

» Enfin l'indigo, corps rapproché par sa composition de l'hydrure de salicyle et de l'acide salicylique, se transforme en ce dernier produit sous l'influence de la potasse hydratée et de la chaleur.

» Les faits qui font l'objet de ce travail ne sont pas isolés; l'acide anisique, qui se rapproche tant de l'acide salicylique par sa constitution moléculaire, se comporte d'une manière entièrement analogue, ainsi que je le démontrerai dans un prochain Mémoire. »

CORRESPONDANCE.

M. **Flourens** présente à l'Académie, au nom de M. **Léon Dufour**, membre correspondant, l'Histoire des métamorphoses et de l'anatomie du *Piophila petasionis*, publiée par ce naturaliste dans les *Annales des Sciences naturelles*. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie de l'éloge de **Louis-Levin Jacobson**, un de ses correspondants, par M. **Eschricht**. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.) « Dans cet éloge, dit M. le Secrétaire perpétuel, se trouvent énumérés les principaux travaux de ce célèbre anatomiste, au nombre desquels on doit citer :

« Ses recherches, 1° sur la glande des oiseaux qu'il appela *glande nasale latérale de Stenson;* 2° celles sur les conduits singuliers dans la tête des raies et des squales, remplis d'un fluide épais, pellucide; 3° sa découverte d'une anastomose de nerfs dans la cavité du tympan de l'oreille, connue sous

le nom d'*anastomose de Jacobson;* 4° sur un cours particulier du sang veineux des membres postérieurs de la queue et des parois de l'abdomen chez les reptiles; 5° son Mémoire sur la présence des glandes surrénales chez plusieurs poissons; 6° son autre Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques chez les reptiles; 7° ses observations sur la fréquence de l'hermaphroditisme chez les grenouilles; 8° ses observations sur ce fait, qu'après l'oblitération des veines, la circulation se rétablit par le même procédé qu'après l'oblitération des artères; 9° son invention de la méthode lithoclastique, qui lui valut en France la médaille du prix Montyon; 10° sa découverte de la nature végétale de plusieurs pseudohelminthes (*Diceras rude*). »

M. **Flourens** fait hommage, au nom de M. **L. Agassiz**, correspondant de l'Académie, des deux premières livraisons de l'ouvrage de ce naturaliste intitulé : *Monographie des poissons fossiles du vieux grès rouge* (*voir* au *Bulletin bibliographique*). « Dans ces livraisons, ajoute M. Flourens, M. Agassiz fait connaître plusieurs genres de la famille des Céphalaspides, tels que les genres *Cephalaspis, Pterichthys, Pamphractus, Polyphractus, Coccosteus.* Il décrit ensuite quatre genres de la famille des Acanthoïdiens qu'il distingue des Lépidoïdes auxquels il les avait d'abord réunis, ce sont ceux désignés par les noms de *Cheiranthus, Diplacanthus, Cheirolepis* et *Acanthus.* Enfin, la deuxième livraison se termine par la description des genres de la famille des Célacanthes, tout récemment établie, et qui, par ses formes variées et extraordinaires, peut être envisagée comme une des plus intéressantes de l'ichthyologie fossile; M. Agassiz s'est arrêté dans cette livraison au genre *Holoptychius.* »

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie, au nom de M. **Pappenheim**, de Breslau, des ouvrages suivants dont ce physiologiste est l'auteur : 1° *Étude de la digestion dans l'état sain et dans l'état malade;* 2° *Traité spécial de l'organe auditif d'après sa structure, son développement et ses maladies;* 3° *Traité spécial de la structure de l'œil,* suivi d'un Aperçu sur l'histoire de son développement (voir au *Bulletin bibliographique*). M. le Secrétaire perpétuel présente également à l'Académie, de la part du même physiologiste, un Mémoire manuscrit sur la structure de la matrice, accompagné de planches. « Dans ce travail, ajoute M. Flourens, M. Pappenheim établit que la structure de la matrice doit être étudiée sous trois raports : 1° l'organe est envisagé sous le point de vue de l'arrangement général de ses fibres, ou, pour employer l'expression du physiologiste allemand, de l'*idée totale*

qui existe dans l'arrangement des fibres; 2° on considère l'organe suivant ses régions spéciales; 3° on étudie les parties les plus élémentaires de ce même organe.

» La disposition qu'affectent les fibres de la matrice est une spirale double qu'on voit chez les animaux vertébrés, et qui existe chez la femme dans la couche interne, durant la grossesse; mais chez la femme, il y a cela de particulier, que deux autres couches, l'une moyenne et l'autre externe, environnent cette spirale. M. Pappenheim a fait connaître le caractère particulier de chaque région, par des planches représentant des coupes faites dans diverses directions. Trois coupes transversales, pratiquées dans toute la largeur de la matrice, présentent les caractères les plus distincts de chacune des régions. La coupe de la partie supérieure offre trois couches : l'externe a des ponctuations qui vont en décroissant du centre au bord; la moyenne une sorte de réseau dont la trame est disposée en zigzag; la couche interne n'est formée que des extrémités des fibres les plus minces qui environnent les vaisseaux capillaires sanguins.

» La coupe de la partie inférieure du corps présente les mêmes couches, mais avec cette différence que l'externe est plus petite, que la moyenne a des fibres circulaires, et que l'interne est très-épaisse et composée de fibres propres.

» La troisième coupe, ou celle de l'*isthmus uteri*, n'offre guère que des fibres obliques.

» Les parties élémentaires de la matrice sont des fibres musculaires constituant la substance propre (*parenchyme*). Ces fibres, très-minces avant la grossesse, deviennent plus grosses pendant cet état, après lequel elles décroissent, mais tout en restant cependant plus épaisses qu'auparavant.

» D'après ces remarques, M. Pappenheim conclut que l'*idée*, en général, se montre non-seulement dans l'organe, ou le type d'un organe, mais encore dans les caractères qu'affectent ses diverses régions, ainsi que dans ceux que présentent ses parties les plus élémentaires. Ce physiologiste a considéré tous les organes du corps humain sous les mêmes rapports, et il pense qu'une heureuse application de cette méthode d'analyse pourrait être faite dans les diverses branches de l'anatomie pathologique. »

M. Flourens présente à l'Académie, au nom de M. Guérin-Méneville, le texte explicatif de son *Iconographie* du *Règne animal de G. Cuvier* (voir au *Bulletin bibliographique*), ouvrage considérable, au sujet duquel elle a entendu un Rapport très-favorable de M. Duméril, fait sur le manuscrit. « C'est,

ajoute le Secrétaire perpétuel, une série de 450 planches remplies de détails étudiés avec un soin tout particulier, sous la direction de Cuvier et de Latreille, par un de leurs élèves les plus distingués, et dessinées d'après nature par ce naturaliste lui-même, avec une grande précision. »

M. **Flourens** présente à l'Académie un travail de M. **Barkow**, de Breslau, dans lequel cet anatomiste décrit un ganglion nouveau trouvé par lui chez l'homme, et qu'il appelle *ganglion arytænoïdien*. Le nerf laryngé inférieur envoie, de la partie latérale inférieure du cartilage cricoïde, un fil, *ramus cricoarytænoideus*, qui, d'après les observations de M. Blandin, monte entre la face postérieure du cartilage cricoïde et le muscle crico-arytænoïdien postérieur, en se dirigeant en arrière et en haut, passant ensuite au-dessus de la marge supérieure du cartilage cricoïde et entrant dans les intervalles des fibres du muscle arytænoïdein. A cet endroit le nerf, de chaque côté, se gonfle pour former un ganglion qui a à peine la dimension de 2 millimètres, et qui est d'une forme plus ou moins oblongue ou arrondie. Des filets nerveux fins, partant de ce ganglion, se ramifient dans toutes les directions, et les plus internes de ces filets pénètrent jusqu'à la muqueuse du larynx. M. Barkow n'a pu trouver ce ganglion chez le bœuf; il ne l'a pas cherché encore chez d'autres animaux.

M. **Velpeau** présente, au nom de l'auteur, M. **I. Gherzi**, les livraisons 2 et 3 du tome II des *Leçons théoriques et pratiques d'obstétrique* (*voir* au *Bulletin bibliographique*). Il fait remarquer à l'Académie que cet ouvrage est le premier qui ait été publié en Italie, depuis une vingtaine d'années, sur la science des accouchements.

M. **Velpeau** fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur, M. **Gouraud** père, de l'ouvrage intitulé : *Etudes sur la fièvre intermittente pernicieuse, dans les contrées méridionales*. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

CHIMIE. — *Note sur les acides amidés et sur la constitution moléculaire de divers composés organiques; par* M. **J. Persoz**.

« Je prends la liberté d'adresser à l'Académie quelques observations au sujet d'une Note de M. A. Laurent sur les acides amidés et chloramidés, Note qui se trouve consignée dans le n° 6 du t. XIX des *Comptes rendus*.

» Après avoir discuté le résultat de plusieurs expériences fort intéres-

santes, M. A. Laurent annonce que la théorie sur laquelle il s'est appuyé dans ses travaux, l'a mis à même de déterminer la constitution d'un grand nombre de composés bizarres, tels que la sulfamide, le carbonate d'ammoniaque anhydre, l'oxaméthane, l'uréthane, l'or fulminant, etc., et l'a conduit à l'existence de l'acide sulfamique, qu'on n'a pas, dit-il, page 321, tenté d'isoler. D'après l'auteur, l'ammoniaque existerait dans ces divers composés azotés sous deux états : sous celui d'amide, et sous celui d'ammoniaque, ou d'ammonium.

» Dès 1838, j'ai déterminé l'état particulier de l'ammoniaque dans l'or fulminant, dans l'oxaméthane et dans l'urétane. Aussi trouve-t-on dans mon introduction à l'*Étude de la Chimie* (Strasbourg, 1839, page 451), « Que lors-
» qu'on fait agir l'ammoniaque sur l'oxyde aurique, il y a production de 1
» équivalent d'eau, et formation d'un composé $Au^2O^2 + H^4N^2$. Ce composé
» étant capable de faire fonction d'acide, s'unit avec l'ammoniaque, laquelle
» base entre pour 1 équivalent dans la nouvelle combinaison, et constitue
» l'or fulminant. » D'autre part, aux pages 857 et 858 du même ouvrage, j'assigne aux composés connus sous les noms d'*oxaméthane* et d'*uréthane*, une composition qui n'est point celle qu'on leur connaissait alors. J'envisage le premier comme une combinaison de 1 équivalent d'éther oxalique avec 1 équivalent d'oxamide, et le second comme une combinaison de 1 équivalent d'éther carbonique avec 1 équivalent de carbamide, et je termine en disant : « Il n'est donc point nécessaire de faire de l'uréthane un carbonate double
» d'hydrogène carboné et d'ammoniaque. Cette remarque n'est pas sans im-
» portance, car ce composé, ainsi qu'on peut s'en assurer, ne renferme ni
» acide carbonique, ni ammoniaque, ni alcool, et ce n'est que sous des in-
» fluences particulières que ces corps peuvent être régénérés. Mais nous en
» faisons le composé correspondant à l'oxaméthane, dans lequel l'oxamide
» est remplacé par la carbamide, l'éther oxalique, par l'éther carbonique
» proprement dit ; de cette manière, les anomalies disparaissent. »

» Depuis l'intéressante découverte de l'acide oxamide, par M. Ballard, on a vu dans l'oxamétane l'éther de cet acide, mais je ne puis encore partager cette manière de voir que beaucoup de faits me semblent repousser.

» Quant aux acides *sulfamique* et *carbamique*, non-seulement j'en ai conçu l'existence avant M. A. Laurent, mais encore je suis parvenu à les isoler, et, lors de mon dernier voyage à Paris, en mai dernier, je n'ai pas laissé ignorer ce résultat de mes travaux à plusieurs membres de l'Institut, notamment à MM. Thenard et Dumas.

» Voici, en quelques mots, le procédé que j'ai suivi pour les mettre en

liberté. Après avoir broyé dans un mortier de porcelaine environ 5 parties de sulfatammon (H. Rose) avec 7 parties d'acétate plombique, jusqu'à ce que le tout se transformât en une bouillie claire, j'ai traité alors cette bouillie par une eau légèrement alcoolisée, dans le but de dissoudre l'acétate ammonique et l'excès d'acétate plombique, sans attaquer sensiblement le sulfamate plombique, résultat de la double décomposition des deux sels mis en présence; puis ayant filtré la liqueur et lavé avec précaution le sel plombique, j'ai décomposé celui-ci préalablement délayé dans l'eau, par un courant de sulfite hydrique. L'acide sulfamique ainsi obtenu rougit fortement la teinture de tournesol, et ne précipite les sels barytiques qu'autant qu'ils sont concentrés, ou qu'on y ajoute un excès de base.

» Ce même procédé est applicable à l'acide carbonique, il n'y a de différence que dans la manière de séparer cet acide du sulfure plombique, qui s'est formé par l'action du sulfide hydrique.

» Si je n'ai pas cru devoir encore livrer à la publicité les expériences que j'ai faites à ce sujet, c'est que la découverte de ces acides, celle de l'acide carbamique surtout, doit jeter une trop vive lumière sur la constitution des composés organiques azotés, pour qu'il ne m'ait pas paru convenable d'en faire auparavant une étude approfondie.

» Le composé que M. H. Rose considère comme formé d'équivalents égaux de gaz ammoniac et d'acide sulfurique anhydre $\dddot{S}H^6N^2$ est, en effet, neutre aux papiers réactifs, tant qu'il n'est pas en contact avec l'acide qui lui enlève peu à peu, surtout à chaud, une partie de son ammoniaque, et le rend acide; mais il n'est ni un amide proprement dit, ni du sulfate d'ammoniaque anhydre, ni enfin du sulfamame, comme on le prétend; c'est un véritable sel formé par l'acide sulfamique uni à l'oxyde ammonique d'après l'équation

$$2H^6N^2 + 2\dddot{S} = (N^2H^4\ddot{S})\dddot{S} + H^8N^2O.$$

» Jusqu'à présent il ne m'a pas été possible d'étudier sous ce nouveau point de vue toutes les intéressantes combinaisons barytiques et plombiques qu'a obtenues M. Jacquelain, en répétant les expériences de M. Rose sur la sulfamide. Le composé que le premier envisage comme le véritable sulfamide, et auquel il assigne la composition $4\dddot{S} + 3N^2H^6$, nous paraît encore un sel formé par l'acide sulfamique dont il renfermerait 2 équivalents, en sorte que sa formule serait

$$2(N^2H^4\ddot{S} + \dddot{S}) + N^2H^8O.$$

» Cette tendance qu'ont certains acides à former des bisels avec l'ammoniaque est réellement digne d'attention. On sait avec quelle facilité le benzoate ammonique se transforme en bi-benzoate, et depuis les belles observations de M. Robiquet, aucun chimiste n'ignore que l'acide gallique ne peut rester uni à l'ammoniaque au contact de l'air, qu'autant qu'il est à l'état de bigallate. L'acide sulfamique, qui possède la même propriété, offre un autre point d'analogie avec ces acides, c'est que, selon moi, il appartient à ce groupe d'acides que j'ai désignés sous le nom d'*acides complexes*, et qui prennent naissance par l'action mutuelle et toute spéciale de deux molécules d'acides (acides sulfurique, oxalique, carbonique, etc.), sur une molécule de matière organique (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, octobre 1837). Dans une pareille circonstance, il y a toujours formation de 1 équivalent d'eau aux dépens de 1 volume d'oxygène appartenant à l'acide, et de 2 volumes d'hydrogène appartenant à la molécule organique; celle-ci, en s'appropriant le radical composé de l'acide qui a été réduit, continue d'exister, mais, selon qu'elle est alcaline ou neutre, ou bien qu'elle est acide, l'acide complexe qu'elle engendre ne jouit pas de la même capacité de saturation. Dans le premier cas, il sature 1 équivalent de base, ainsi que le démontrent les exemples ci-après:

L'alcool $C^2H^{12}\ddot{\text{Ȼ}}$, traité par l'acide sulfurique, donne naissance à l'acide sulfovinique. . . . . $(C^2H^{10}\ddot{\text{Ȼ}}\,\ddot{S}) + \dddot{S}$

L'alcool $C^2H^{12}\ddot{\text{Ȼ}}$, traité par l'acide oxalique, donne naissance à l'acide oxalovinique. . . . . $(C^2H^{10}\ddot{\text{Ȼ}}\,\ddot{\text{Ȼ}}) + \dddot{\text{Ȼ}}$

L'alcool $C^2H^{12}\ddot{\text{Ȼ}}$, traité par l'acide carbonique, donne naissance à l'acide carbovinique. . . . . $(C^2H^{10}\ddot{\text{Ȼ}}\,\dot{C}) + \ddot{C}$

La benzine $C^{12}H^{12}$, traitée par l'acide sulfurique, donne naissance à l'acide sulfobenzique. . . . . $(C^{12}H^{10}\ddot{S}) + \dddot{S}$

L'ammoniaque N^2H^6, traitée par l'acide sulfurique, donne naissance à l'acide sulfamique. . . . . $(N^2H^4\ddot{S}) + \dddot{S}$

L'ammoniaque N^2H^6, traitée par l'acide oxalique, donne naissance à l'acide oxamique. . . . . $(N^2H^4\ddot{\text{Ȼ}}) + \dddot{\text{Ȼ}}$

L'ammoniaque N^2H^6, traitée par l'acide carbonique, donne naissance à l'acide carbamique. . . . . $(N^2H^4\dot{C}) + \ddot{C}$

C'est évidemment de la même manière que se forment

Les acides benzoïque. . $(C^{12}H^{10}\dot{C}) + \ddot{C}$

cinnamique. $(C^{16}H^{14}\dot{C}) + \ddot{C}$

acétique. . . $(C^{2}H^{6}\dot{C}) + \ddot{C}$

camphorique $(C^{8}H^{14}\dot{C}) + \ddot{C}$

éthionique. . $(C^{3}H^{8}\dot{C}\ddot{S}) + \dddot{S}$

Tous ces acides saturent 1 équivalent d'oxyde métallique M + O.

» Enfin les acides sélénamique, telluranique, chromamique, ferramique, etc., une fois isolés, rentreront évidemment dans cette catégorie.

» Dans le second cas, la capacité de saturation de l'acide complexe est proportionnelle au nombre d'équivalents d'acides qui sont entrés dans sa molécule sans perdre d'oxygène.

L'acide benzoïque, traité par l'acide sulfurique, donne naissance à l'acide

sulfbenzoïque. . . . . $\begin{pmatrix} C^{12}H^{8}\dot{C} \\ \ddot{S} \end{pmatrix} \begin{matrix} + \ddot{C} \\ + \dddot{S} \end{matrix}$

L'acide acétique, traité par l'acide sulfurique, donne naissance à l'acide

sulfacétique. . . . . $\begin{pmatrix} C^{2}H^{4}\dot{C} \\ \ddot{S} \end{pmatrix} \begin{matrix} + \ddot{C} \\ + \dddot{S} \end{matrix}$

Ces deux acides, ainsi que tous ceux du même genre, saturent 2 équivalents d'oxyde métallique M + O.

» Mon but, en présentant ces observations à l'Académie, n'a été que de rappeler la priorité de mes travaux sur la question qu'a traitée M. A. Laurent, sans prétendre juger du mérite des théories et des vues émises par ce chimiste distingué. »

MAGNÉTISME TERRESTRE. — M. **Dujardin**, de Lille, annonce les résultats qu'il a obtenus en aimantant trois fers à cheval en fonte douce :

« Ces trois fers à cheval, fondus sur le même modèle et du même jet, sont aussi identiques que possible. Je les désigne par les lettres A, B, C. A a été aimanté après avoir été blanchi à la meule seulement. B a été trempé au rouge blanc, recuit jusqu'à la couleur bleue et aimanté. C a été trempé au rouge cerise, après avoir été saupoudré de prussiate de potasse, puis recuit et aimanté. A porte une fois et demie son poids, B trois fois son poids et C quatre fois son poids.

» Le modèle qui a servi pour fondre A, B, C est un aimant en acier qui porte sept fois son poids. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur la vision.*

M. **Onofrio Abbate**, de Naples, rend compte d'une expérience sur laquelle il appelle l'attention de l'Académie. Cette expérience l'a conduit à construire un instrument très-simple, à l'aide duquel il croit pouvoir observer la rétine, dans les différentes maladies de l'œil; il pense que l'on pourra s'en servir pour fixer avec plus de certitude les caractères des différentes ophthalmies, et que les indications que cet instrument fournira, guideront dans la fabrication des pupilles artificielles.

(Commissaires, MM. Arago, Breschet, Velpeau.)

M. G. **Herbst**, de Gœttingue, offre à l'Académie son livre sur les fonctions du système lymphatique (*voir* au *Bulletin bibliographique*). Le Secrétaire perpétuel fait observer que, dans ses études, M. Herbst a cherché à préciser, d'une manière plus nette qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent, la destination et le rôle des vaisseaux lymphatiques.

M. Flourens est prié de faire un Rapport verbal à l'Académie sur ce travail.

M. **Œfterdinger**, médecin de Biberach, prie l'Académie de vouloir bien faire un Rapport sur le Mémoire qu'il lui a soumis, touchant une méthode nouvelle de trouver la substance et la structure des organes du cadavre de l'homme.

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen de ce Mémoire, composée de MM. Serres, Flourens et Breschet.)

M. **Boquillon** écrit à l'Académie pour demander qu'une Note qu'il lui a adressée soit renvoyée à la même Commission que celle à laquelle a été soumise la Note de M. *Christofle*, relative aux *fraudes commises à l'aide des procédés électrotypiques*.

M. le *Président* décide que ce renvoi aura lieu.

M. **Malé** écrit à l'Académie pour la prier de hâter le Rapport qui doit être fait sur le nouveau système de *bateaux à vapeur* qu'il lui a soumis.

(Renvoi à la Commission chargée de ce Rapport.)

M. **Chesneau** réclame de l'Académie un Rapport sur le nouveau système de *wagons* qu'il lui a présenté.

A l'occasion de cette réclamation, M. le Président invite la Commission chargée de ce Rapport à hâter son travail.

M. **Arago**, membre de la Commission, répond que le grand nombre de Mémoires dont la Commission se trouve saisie a dû retarder jusqu'ici la publication de son Rapport. Il fait remarquer que le Ministre ayant nommé une Commission chargée d'examiner les différentes inventions relatives aux chemins de fer, le travail de la Commission choisie au sein de l'Académie devient moins nécessaire, la première, composée en partie d'ingénieurs des ponts et chaussées, ayant à sa disposition des moyens d'expérience qui manquent à celle de l'Académie.

CHIRURGIE. — M. **Ackermann** adresse à l'Académie un résumé historique des différents moyens imaginés par la chirurgie militaire, pour porter des secours immédiats aux blessés sur le champ de bataille, depuis les ambulances mobiles de Percy et de Larrey. Ce travail forme le complément du Mémoire que M. Ackermann a présenté sur l'appareil portatif qu'il désigne sous la dénomination de *sac chirurgical.*

M. **E. Gaultier de Claubry** écrit à l'Académie pour appeler son attention sur les principaux points de l'ouvrage qu'il lui a adressé, et qui est intitulé : *De l'identité du typhus et de la fièvre typhoïde.*

(Renvoi de la Lettre à la Commission pour les prix de Médecine, fondés par M. de Montyon.)

M. le docteur **L. Baudelocque** adresse à l'Académie une Note relative à deux cas d'imperforation du rectum, opérés par lui et guéris. Dans le premier de ces cas, il y avait imperforation du rectum avec continuité du colon descendant; dans le second, il y avait imperforation du rectum, sans continuité ni contiguïté du colon descendant.

(Commissaires, MM. Roux, Breschet, Velpeau.)

CHIMIE. — M. **Émile Martin** présente un Mémoire manuscrit intitulé: *Étude sur les proportions chimiques, contenant la détermination des véritables équivalents en poids et en volumes, l'exposé d'une loi sur la capa-*

cité des corps, basée sur le volume qu'ils prennent à l'état solide de combinaison, et une Table synoptique des volumes atomiques des corps simples et de quelques corps composés.

(Renvoi à une Commission composée de MM. Dumas, Pelouze, Regnault.)

M. **Delaporte**, aveugle aux Quinze-Vingts, adresse à l'Académie une description abrégée d'une machine qu'il a imaginée pour élever les fardeaux.

Renvoi à M. Piobert, pour un Rapport verbal.

M. **Laugier** est désigné pour remplacer M. le baron Ch. Dupin (absent) dans la Commission chargée d'examiner le Mémoire de M. *Schattenmann*, sur l'emploi du rouleau compresseur pour le cylindrage des chaussées en empierrement.

L'Académie accepte les dépôts de deux paquets cachetés présentés, l'un par M. **Abria**, l'autre par M. **Grassi**.

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 8; in-4°.

Annales des Sciences naturelles; par MM. MILNE EDWARDS, AD. BRONGNIART *et* J. DECAISNE; juillet 1844; in-8°.

Annales des Sciences naturelles, 2e *série; par* MM. AUDOUIN, MILNE EDWARDS, AD. BRONGNIART *et* J. DECAISNE. — *Table générale, alphabétique et raisonnée des matières contenues dans les* 20 *volumes de cette série, suivie d'une Table alphabétique des auteurs dont les travaux y sont insérés. — Botanique et Zoologie;* 2 broch. in-8°.

Connaissance des Temps et des Mouvements célestes, à l'usage des Astronomes et des Navigateurs, pour l'an 1847, publiée par le Bureau des Longitudes; 1 vol. in-8°.

Institut royal de France. — Académie royale des Sciences. — Funérailles de M. D'ARCET; *Discours de* MM. DUMAS *et* PAYEN; in-4°.

Histoire des métamorphoses et de l'anatomie du Piophila petasionis; *par* M. L. DUFOUR; broch. in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles;* juin 1844.)

Études sur la Fissure à l'anus; par M. CAZENAVE; broch. in-8°.

Iconographie du Règne animal de G. CUVIER; livr. 46 à 50; Ire et IIe part.; in-4°; offert par M. GUÉRIN-MÉNEVILLE.

Mémoires de la Société géologique de France; 2e série, tome Ier, Ire partie; in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; août 1844; in-8°.

Études sur la Fièvre intermittente pernicieuse, dans les contrées méridionales; par M. GOURAUD; in-8°.

Études de Chimie philosophique; exposé des principes de Chimie d'une nouvelle école. Ire partie : *Principes de Chimie d'une nouvelle école; par* M. MARTIN; broch. in-8°.

Annales forestières; août 1844; in-8°.

Journal de Chirurgie; par M. MALGAIGNE; août 1844; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; août 1844; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique et de Jardinage; août 1844; in-8°.

Annales des Maladies de la peau et de la Syphilis; par M. CAZENAVE; juillet 1844; in-8°.

Journal des Usines et des Brevets d'Invention; juillet 1844; in-8°.

Trois Notices réunies, présentées à MM. les membres du Jury central de l'Exposition de 1844, *sur les Instruments de chirurgie fabriqués par* M. CHARRIÈRE; broch. in-8°.

Société libre d'Émulation de Rouen. — Programme des Prix proposés pour 1845, 1846, 1847; in-8°.

Monographie des Poissons fossiles du vieux grès rouge, ou Système dévonien (old red sandstone) des Iles Britanniques et de Russie; par M. L. AGASSIZ; 1re et 2e livr. in-4°, avec planch. in-fol.

Éloge de LOUIS-LEVIN JACOBSON; *par* M. ESCHRICHT. Copenhague, in-8°.

Das Lymphgefässsystem... *Système des vaisseaux lymphatiques et leur constitution; par* M. G. HERBST. Gœttingue, 1844; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; nos 512 et 513; in-4°.

Auszug... *Coup d'œil sur les Travaux et les Transactions de la Société nationale de Silésie;* broch. in-4°; 1843.

Journal... *Journal de Mathématiques pures et appliquées de* M. CRELLE; XXVIIe vol., 3e et 4e fascicules; in-4°.

Zur Kenntniss... *Études sur la Digestion; par* M. S. PAPPENHEIM. Breslau, 1839; in-8°.

Die specielle... *Traité spécial de l'organisation de l'Oreille; par* le même. Breslau, 1840; in-8°.

Die specielle... *Traité spécial de l'organisation de l'OEil; par* le même; in-8°. Breslau, 1842.

Osservazioni... *Observations de l'abbé* P. PILLORI *au professeur* GAZZERI, *au sujet des travaux de Galilée relatifs aux Satellites de Jupiter;* broch. in-8°.

Lezioni... *Leçons théoriques et pratiques d'Obstétrique; par* M. I. GHERSI, tome II, livr. 2 et 3; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 34; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 97 à 99; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 15 et 16.

L'Expérience; n° 373; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 SEPTEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Réduction des observations de l'intensité du magnétisme terrestre faites par* M. de Freycinet *et ses collaborateurs durant le cours du voyage de la corvette* l'Uranie ; *par* M. L.-I. Duperrey.

« Dans son volume, publié en 1842 sous le titre de *Magnétisme terrestre*, M. de Freycinet, dont nous déplorons vivement la perte, n'ayant point effectué la réduction définitive des observations d'intensité magnétique qui avaient été faites sous sa direction pendant le voyage de la corvette *l'Uranie* qu'il commandait, j'ai cru devoir remplir cette lacune et consigner ici, dans l'intérêt de la science, les résultats que j'ai obtenus en soumettant au calcul ces belles et nombreuses observations auxquelles j'avais moi-même participé durant le cours du voyage dont il s'agit.

» Les aiguilles employées sont désignées par les n°s 7, 8 et 9.

» L'aiguille n° 7 avait été faite exprès pour l'expédition de *l'Uranie;* le n° 8 avait appartenu à Coulomb, et le n° 9 à MM. de Humboldt et Gay-Lussac. Ces trois aiguilles avaient une forme prismatique rectangulaire; leurs

oscillations se faisaient horizontalement, à l'extrémité d'un fil de soie sans torsion et à l'abri de l'air (1).

» Les aiguilles nos 7 et 8 ont été observées à Paris, sous les yeux de MM. Arago et Mathieu, au départ et au retour de l'expédition.

» L'aiguille n° 9 n'a été observée à Paris qu'au départ. Cette aiguille, après les expériences faites le 22 juin à l'Ile-de-France, ayant été posée, par inadvertance, auprès d'un grand faisceau magnétique qui en a changé le degré d'aimantation, je la considère comme formant deux aiguilles distinctes, que je désigne, l'une par la lettre (*a*) et l'autre par la lettre (*b*). La première est celle qui a été observée depuis Paris jusqu'à l'Ile-de-France, et la seconde est celle qui l'a été de l'Ile-de-France à Rio-Janeiro inclusivement.

» M. de Freycinet n'a point observé l'inclinaison de l'aiguille aimantée à Paris au retour de sa campagne; mais je trouve, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, le moyen de remédier à cet inconvénient.

» L'inclinaison, observée par M. Arago, était à Paris :

Le 11 mars 1819, de.........	68° 25′
Et le 17 juin 1822, de.........	68° 11′
Différence dans 39 mois.......	14′
Ce qui fait pour 25 mois.......	9′

» L'on peut donc admettre, sans trop s'éloigner de la vérité, que, le 16 avril 1821, l'inclinaison était à Paris de 68°16′, et faire concourir cette inclinaison à la réduction des intensités magnétiques totales qui sera opérée d'après les éléments réunis dans le tableau suivant :

(1) Il importe de prévenir que, dans le volume de M. de Freycinet, les aiguilles d'intensités magnétiques ne sont pas toujours désignées par le numéro qui leur appartient et qui leur a été restitué dans cette Notice.

Relevé des observations magnétiques faites durant le cours du voyage de la corvette l'Uranie.

NOMS des STATIONS.	DATES.	POSITION GÉOGRAPHIQUE. Latitude.	Longitude.	DIRECTION DU MAGNÉTISME. Déclinaison.	Inclinaison.	DURÉE DE 100 OSCILLATIONS INFINIMENT PETITES N° de l'aiguille obser.	Dans chaque série.	Moyennes des séries.
Paris, avant le départ.	30 mars 1817.	48° 50′ 15″ N.	0° 0′ 0″	″	+ 68° 28′ 22″	7	1018″4	1019″30
	4 avril.					7	1019,6	
	28 avril.					7	1019,9	
	30 mars.					8	1009,6	1009,93
	4 avril.					8	1009,6	
	28 avril.					8	1010,6	
	29 avril.					9 (a)	524,7	525,05
	29 avril.					9 (a)	525,4	
Ile de Ténériffe.......	26 oct.	28.27.45	18.35. 8 O.	21. 3.55 N.O.	+ 57.56.40	9 (a)	450,7	450,75
	26 oct.					9 (a)	450,8	
Rio-Janeiro, 1re relâch.	23 déc.	22.55. 0 S.	45.38.52	2.14.40 N. E.	— 14.42.14	7	775,9	775,90
	24 déc.					8	766,7	767,27
	24 déc.					8	768,2	
	24 déc.					8	766,9	
	28 déc.					9 (a)	402,6	402,20
	23 déc.					9 (a)	401,8	
Cap de Bonne-Espér...	31 mars 1818.	33.55.15	16. 3.45 E.	26.30.31 N.O.	— 50.47. 3	7	937,0	937,00
	23 mars.					8	930,4	930,30
	23 mars.					8	930,2	
	26 mars.					9 (a)	475,7	476,80
	31 mars.					9 (a)	477,9	
Ile-de-France.........	26 juin.	20. 9.56	55. 8.26	12.46.26	— 55. 6.45	7	912,0	912,00
	30 juin.					8	913,0	913,00
	22 juin.					9 (a)	468,3	467,80
	22 juin.					9 (a)	467,6	
	22 juin.					9 (a)	467,5	
	26 juin.					9 (b)	407,9	408,30
	26 juin.					9 (b)	408,7	
Baie des Chiens-Marins.	24 sept.	25.43.21.	110.59.13	3.38. 4	— 54.52.45	7	802,5	800,93
	24 sept.					7	799,4	
	24 sept.					7	799,5	
	24 sept.					7	802,3	
Coupang.............	19 oct.	10. 9.55	121.15.22	0.18.38	— 32.52. 3	7	728,5	728,50
	19 oct.					8	729,8	729,80
	19 oct.					9 (b)	340,0	340,00
Rawak...............	31 déc.	0. 1.34	128.35. 5	1.29.52 N.E.	— 14.26.57	7	721,6	721,60
	31 déc.					7	721,6	
	30 déc.					8	722,7	722,70
	1er janv. 1819					9 (b)	337,4	337,43
	1er janv.					9 (b)	337,3	
	1er janv.					9 (b)	337,6	

Suite du relevé des observations magnétiques faites durant le cours du voyage de la corvette l'Uranie.

NOMS des STATIONS.	DATES.	POSITION GÉOGRAPHIQUE. Latitude.	POSITION GÉOGRAPHIQUE. Longitude.	DIRECTION DU MAGNÉTISME. Déclinaison.	DIRECTION DU MAGNÉTISME. Inclinaison.	DURÉE DE 100 OSCILLATIONS INFINIMENT PETITES. N° de l'aiguille obser.	Dans chaque série.	Moyennes des séries.
Ile de Guam.........	25 mai 1819.	13°27′51″ N.	142°28′50″ E	4°39′17″ N. E.	+ 12°46′53″	7	749,2	749,15
	25 mai.					7	749,1	
	24 mai.					8	749,9	749,90
	27 mai.					9 (*b*)	343,3	343,30
Ile Mowi............	22 août.	20.52. 7	159. 2. 3 O.	8.49.20	+ 41.39.22	7	792,8	792,80
	22 août.					8	793,0	793,00
	21 août.					9 (*b*)	370,1	370,10
Sydney.............	22 déc.	31.51.34 S.	148 48. 0 E.	9.14.36	— 62 47. 7	7	846,4	846,40
	22 déc.					8	847,4	847,40
	10 déc.					9 (*b*)	394,8	394,85
	10 déc.					9 (*b*)	394,9	
Iles Malouines.......	11 avril 1820.	51.35.18	60.26.52 O.	19.25.41	— 55.20. 7	7	832,2	832,20
	11 avril.					8	832,2	832,20
	11 avril.					9 (*b*)	389,8	389,80
Rio-Janeiro, 2e relâch.	22 août.	22.55.25	48.38.33	3.34.12	— 14.42.43	7	790,5	790,50
	22 août.					8	791,2	790,90
	22 août.					8	790,6	
	22 août.					9 (*b*)	374,1	375,30
	22 août.					9 (*b*)	376,5	
Paris, au retour......	16 avril 1821.	48.50.15 N.	0. 0. 0	"	+ 68.16. 0	7	1042,8	1043,40
	16 avril.					7	1044,0	
	16 avril.					8	1045,3	1045,30

» Les observations qui précèdent étaient accompagnées d'indications thermométriques; néanmoins il n'a pas été possible de les ramener à une température uniforme. Tout ce que l'on peut déduire de ces indications, c'est que les rapports d'intensité magnétique seront probablement un peu trop faibles dans les stations du voyage, comme ayant été obtenus à des températures généralement plus élevées que celle de Paris (1).

(1) Si l'on parvient, comme nous l'espérons, à retrouver les aiguilles dont M. de Freycinet a fait usage durant le voyage de *l'Uranie,* nous nous empresserons de déterminer le coefficient dû à l'effet de la température sur leur intensité magnétique, et de faire connaître les résultats définitifs qui en seront la conséquence, résultats qui, au point de vue général, différeront très-peu de ceux auxquels nous sommes arrivés dans cette Notice.

Intensités magnétiques totales.

» Nommons T et T′ les durées de 100 oscillations infiniment petites observées dans deux lieux différents; m et m' les intensités horizontales respectives; M et M′ les intensités totales, et enfin I et I′ les inclinaisons de l'aiguille aimantée, obtenues dans les mêmes lieux.

» On a d'abord

$$m : m' :: T'^2 : T^2;$$

mais

$$M = \frac{m}{\cos I}, \quad \text{et} \quad M' = \frac{m'}{\cos I'};$$

on a donc aussi

$$M \cos I : M' \cos I' :: T'^2 : T^2,$$

et par conséquent,

$$M' = \frac{MT^2 \cos I}{T'^2 \cos I'}.$$

» Supposons actuellement que M soit l'intensité totale à Paris, au départ. Si nous faisons M = 1, nous aurons, pour les autres stations du voyage,

$$M' = \frac{T^2 \cos I}{T'^2 \cos I'}.$$

» C'est ainsi qu'ont été obtenus les rapports d'intensité suivants :

Rapports des intensités magnétiques totales non corrigées.

NOMS des stations.	AIGUILLE N° 7. Date.	AIGUILLE N° 7. Intensité.	AIGUILLE N° 8. Date.	AIGUILLE N° 8. Intensité.	AIGUILLE N° 9 (*a*). Date.	AIGUILLE N° 9 (*a*). Intensité.
Paris, avant le départ....	15 avril 1817.	1,00000	15 avril 1817.	1,00000	29 avril 1817.	1,00000
Ile de Ténériffe.........	"	"	"	"	26 octobre.	0,93810
Rio-Janeiro, 1re relâche..	23 décembre.	0,65472	24 décembre.	0,65728	28 décembre.	0,64651
Cap de Bonne-Espérance.	31 mars 1818.	0,68681	23 mars 1818.	0,68399	29 mars 1818.	0,70379
Ile-de-France..........	26 juin.	0,80139	30 juin.	0,78500	22 juin.	0,80818
					AIGUILLE N° 9 (*b*).	
Ile-de-France..........	"	"	"	"	26 juin.	1,06089
Baie des Chiens-Marins...	24 septembre.	1,03304	"	"	"	"
Coupang...............	19 octobre.	0,85527	19 octobre.	0,83663	19 octobre.	1,04184
Rawak..................	31 décembre.	0,75608	30 décembre.	0,73999	1er janv. 1819.	0,91747
Ile de Guam..............	25 mai 1819.	0,69657	24 mai 1819..	0,68245	27 mai.	0,88014
Ile Mowi...............	22 août.	0,81184	22 août.	0,79658	21 août.	0,98845
Sydney.................	22 décembre.	1,16366	22 décembre.	1,13967	10 décembre.	1,41876
Iles Malouines..........	11 avril 1820.	0,96785	11 avril 1820.	0,95014	11 avril 1820.	1,17052
Rio-Janeiro, 2e relâche...	22 août.	0,63078	22 août.	0,61861	22 août.	0,74254
Paris, au retour.........	16 avril 1821.	0,94572	16 avril 1821.	0,92504	"	"

Corrections dues au changement d'intensité des aiguilles n°s 7 et 8.

» Les aiguilles n°s 7 et 8 ont été observées à Paris, avant le départ, entre le 30 mars et le 28 avril 1817, ce qui fixe l'époque moyenne des observations du départ au 15 avril. Ces mêmes aiguilles ont été observées à Paris, au retour, le 16 avril 1821; en conséquence, la durée totale du temps écoulé dans l'intervalle des observations s'élève à 1462 jours. On aura donc à Paris, d'après le tableau qui précède,

Au départ, 15 avril 1817. .	Aiguille n° 7.	1,00000	Aiguille n° 8.	1,00000
Au retour, 16 avril 1821. .	*id.*	0,94572	*id.*	0,92504
Perte des aiguilles dans 1462 jours..........	*id.*	0,05428	*id.*	0,07496
Ce qui fait par jour......	*id.*	0,000037127	*id.*	0,000051273

» Telles sont les valeurs sur lesquelles j'ai spéculé pour ramener l'intensité totale 1,00000 observée à Paris, au départ, à ce qu'elle aurait été dans le même lieu aux différentes époques, des observations faites dans les sta-

tions du voyage. Cette intensité, ainsi corrigée, ayant été prise pour unité dans chaque station respective, constitue les rapports d'intensité magnétique qui figurent dans la dernière colonne des tableaux suivants :

Intensité totale conclue de l'aiguille n° 7.

NOMS des stations.	DATES.	INTERVALLE en jours.	CORRECTIONS.	INTENSITÉ à Paris ramenée à l'époque des stations.	INTENSITÉ dans les stations.	RAPPORTS d'intensité.
Paris, avant le départ...	15 avril 1817.	0	— 0,00000	1,00000	1,00000	1,0000
Rio-Janeiro, 1re relâche.	23 décembre.	252	0,00936	0,99064	0,65472	0,6610
Cap de Bonne-Espérance	31 mars 1818.	350	0,01299	0,98701	0,68681	0,6959
Ile-de-France.........	26 juin.	437	0,01622	0,98378	0,80139	0,8146
Baie des Chiens-Marins.	24 septembre.	527	0,01957	0,98043	1,03304	1,0537
Coupang.............	19 octobre.	552	0,02049	0,97951	0,85527	0,8732
Rawak...............	31 décembre.	625	0,02320	0,97680	0,75608	0,7740
Ile de Guam..........	25 mai 1819.	770	0,02859	0,97141	0,69657	0,7171
Ile Mowi.............	22 août.	859	0,03189	0,96811	0,81184	0,8386
Sydney..............	22 décembre.	981	0,03642	0,96358	1,16366	1,2076
Iles Malouines........	11 avril 1820.	1092	0,04054	0,95946	0,96785	1,0087
Rio-Janeiro, 2e relâche.	22 août.	1225	0,04548	0,95452	0,63078	0,6608
Paris, au retour........	16 avril 1821.	1462	0,05428	0,94572	0,94572	1,0000

Intensité totale conclue de l'aiguille n° 8.

NOMS des stations.	DATES.	INTERVALLE en jours.	CORRECTIONS.	INTENSITÉ à Paris ramenée à l'époque des stations.	INTENSITÉ dans les stations.	RAPPORTS d'intensité.
Paris, avant le départ..	15 avril 1817.	0	— 0,00000	1,00000	1,00000	1,0000
Rio-Janeiro, 1re relâche.	24 décembre.	253	0,01297	0,98703	0,65728	0,6659
Cap de Bonne-Espérance	23 mars 1818.	342	0,01754	0,98246	0,68399	0,6962
Ile-de-France.........	30 juin.	441	0,02261	0,97739	0,78500	0,8032
Baie des Chiens-Marins.	"	"	"	"	"	"
Coupang..............	19 octobre.	552	0,02830	0,97170	0,83663	0,8610
Rawak...............	30 décembre.	624	0,03199	0,96801	0,73999	0,7644
Ile de Guam..........	24 mai 1819.	769	0,03943	0,96057	0,68245	0,7105
Ile Mowi.............	22 août.	859	0,04404	0,95596	0,79658	0,8333
Sydney..............	22 décembre.	981	0,05030	0,94970	1,13967	1,2000
Iles Malouines......	11 avril 1820.	1092	0,05599	0,94401	0,95014	1,0065
Rio-Janeiro, 2e relâche	22 août.	1225	0,06281	0,93719	0,61861	0,6601
Paris, au retour.......	16 avril 1821.	1462	0,07496	0,92504	0,92504	1,0000

Correction due au changement d'intensité de l'aiguille n° 9 (*a*).

» En prenant pour unité l'intensité obtenue à Paris à l'aide de l'aiguille n° 9 (*a*), cette aiguille donne immédiatement à l'Ile-de-France, avant la nouvelle aimantation, 0,8082. Or, il résulte des aiguilles n°s 7 et 8, qu'après toutes corrections faites, le rapport d'intensité peut être représenté à l'Ile-de-France par

N° 7...........	0,8146
N° 8...........	0,8032
Moyenne.....	0,8089

» On peut donc admettre les rapports qui résultent de l'aiguille (*a*), tels qu'on les obtient de prime abord, lesquels sont, d'après ce qui précède :

Intensité totale conclue de l'aiguille n° 9 (*a*).

NOMS des stations.	DATES.	RAPPORTS d'intensité.
Paris, avant le départ....	29 avril 1817.	1,0000
Ile de Ténériffe.........	26 octobre.	0,9381
Rio-Janeiro, 1re relâche.	28 décembre.	0,6465
Cap de Bonne-Espérance.	29 mars 1818.	0,7038
Ile-de-France..........	22 juin.	0,8082

Correction due au changement d'intensité de l'aiguille n° 9 (*b*).

» En prenant toujours pour unité l'intensité observée à Paris, au départ, l'aiguille n° 9, qui donnait à l'Ile-de-France 0,8082 avant d'être de nouveau aimantée, a donné 1,06089 après cette nouvelle aimantation, mais elle n'a pas conservé cette énergie jusqu'à la fin du voyage : elle a d'abord beaucoup perdu entre l'Ile-de-France et Coupang; elle s'est assez bien maintenue entre Coupang et Rawak, a beaucoup gagné de Rawak à l'île de Guam, et, enfin, elle a de nouveau perdu, mais d'une manière régulière, entre l'île de Guam et Rio-Janeiro, où elle a été observée pour la dernière fois.

» L'intensité à Paris, au départ, étant 1,00000, les aiguilles n°s 7, 8 et (*a*) ont définitivement donné pour l'intensité à l'Ile-de-France :

Aiguille n° 7	....	0,8146
n° 8	....	0,8032
n° 9 (*a*)	....	0,8082
Moyenne	....	0,8087.

» L'aiguille n° 9 (*b*) donne dans le même lieu 1,06089; on aura par conséquent, pour l'intensité x qu'elle aurait donnée à Paris à la même époque,

$$\frac{1,06089}{x} = 0,8087;$$

d'où

$$x = \frac{1,06089}{0,8087} = 1,31190.$$

» La même aiguille (*b*) donne à Rio-Janeiro, 2e relâche, 0,74254, mais l'intensité dans cette dernière station peut être représentée par

Aiguille n° 7,	1re relâche......	0,6610
	2e relâche......	0,6608
Aiguille n° 8,	1re relâche......	0,6659
	2e relâche......	0,6601
Aiguille n° 9 (*a*),	1re relâche...	0,6465
	Moyenne......	0,65886

» On aura, par conséquent, pour l'intensité x' qu'elle aurait donnée à Paris à cette dernière époque,

$$x' = \frac{0,74254}{0,65886} = 1,12701;$$

d'où l'on a

$$x - x' = 0,18489$$

pour la perte que l'aiguille n° 9 (*b*) a éprouvée dans le temps écoulé entre l'Ile-de-France à Rio-Janeiro, c'est-à-dire dans 788 jours, ce qui fait, par jour, 0,00023463, valeur dont j'ai fait usage, dans le tableau suivant, pour ramener l'intensité 1,31190 à ce qu'elle a dû être à Paris aux époques des observations faites successivement dans les stations comprises entre l'Ile-de-France et Rio-Janeiro.

Intensité totale conclue de l'aiguille n° 9 (*b*).

NOMS des stations.	DATES.	INTERVALLE en jours.	CORRECTIONS.	INTENSITÉ à Paris ramenée à l'époque des stations.	INTENSITÉ dans les stations.	RAPPORTS d'intens.
Ile-de-France........	26 juin 1818.	0	—0,00000	1,31190	1,06089	0,8087
Coupang.............	19 octobre.	115	—0,02698	1,28492	1,04184	0,8108?
Rawak...............	1er janvier 1819.	189	—0,04435	1,26755	0,91747	0,7238?
Ile de Guam.........	27 mai.	335	—0,07860	1,23330	0,88014	0,7136
Ile Mowi............	21 août.	421	—0,09878	1,21312	0,98845	0,8148
Sydney..............	10 décembre.	532	—0,12482	1,18708	1,41876	1,1952
Iles Malouines.......	11 avril 1820.	655	—0,15368	1,15822	1,17052	1,0106
Rio-Janeiro, 2e relâche.	22 août.	788	—0,18489	1,12701	0,74254	1,6589

» On pourrait, à la rigueur, faire entrer dans la moyenne générale des résultats des trois aiguilles, les rapports d'intensité que donne l'aiguille n° 9 (*b*) à Coupang et à Rawak; mais il vaut mieux s'en abstenir, ainsi que nous l'avons fait dans le tableau suivant, qui résume tout ce qui précède :

Intensité magnétique conclue des observations faites avec les trois aiguilles.

NOMS des stations.	ÉPOQUES.	POSITION GÉOGRAPHIQUE.		DIRECTION DU MAGNÉTISME.		INTENSITÉS MAGNÉTIQUES TOTALES.				
		Latitude.	Longitude.	Déclinaison.	Inclinaison.	Aiguille n° 7.	Aiguille n° 8.	Aiguille n° 9 (*a*).	Moyenn.	Paris = 1,3482
Paris, avant le départ...	Avril 1817.	48°50′ 15″ N.	0° 0′ 0″	″	+ 68°28′ 22″	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,3482
Ile de Ténériffe........	Octobre.	28.27.45	18.35. 8 O.	21° 3′55″N. O.	+ 57.56.40	″	″	0,9381	0,9381	1,2647
Rio-Janeiro, 1re relâche.	Décembre.	22.55. 0 S.	45.38.52	2.14.40 N. E.	— 14.42.14	0,6610	0,6659	0,6465	0,6578	0,8868
Cap de Bonne-Espérance.	Mars 1818.	33.55.15	16. 3.45 E.	26.30.31 N. O.	— 50.47. 3	0,6959	0,6962	0,7038	0,6986	0,9419
Ile-de-France..........	Juin.	20. 9.56	55. 8 26	12.46.26	— 55. 6.45	0,8146	0,8032	0,8082	0,8087	1,0903
Baie des Chiens-Marins..	Septembre.	25.43.21	110.59 13	3.38. 4	— 54.52.45	1,0537	″	″	1,0537	1,4206
Coupang..............	Octobre.	10. 9.55	121.15.22	0.18.38	— 32.52. 3	0,8732	0,8610	″	0,8671	1,1690
Rawak................	Décembre.	0. 1 34	128.35. 5	1.29.52 N. E.	— 14.26.57	0,7740	0,7644	Aiguille n° 9 (*b*).	0,7692	1,0370
Ile de Guam...........	Mai 1819.	13.27.51 N.	142.28.50	4.39.17	+ 12.46.53	0,7171	0,7105	0,7136	0,7137	0,9622
Ile Mowi.............	Août.	20.52. 7	159. 2. 3 O.	8.49 20	+ 41.39.22	0,8386	0,8333	0,8148	0,8289	1,1175
Sydney..............	Décembre.	31.31.34 S.	148.48. 0 E.	9.14.36	— 62.47. 7	1,2076	1,2000	1,1952	1,2009	1,6191
Iles Malouines........	Avril 1820.	51.35.18	60.26.52 O.	19.25.41	— 55.20. 7	1,0087	1,0065	1,0106	1,0086	1,3598
Rio-Janeiro, 2e relâche.	Décembre.	22.55.25	48.38.23	3.34.12	— 14.42.43	0,6608	0,6601	1,6589	0,6599	0,8897
Paris, au retour.......	Avril 1821.	48.50.15 N.	0. 0. 0	″	+ 68.16. 0	1,0000	1,0000	″	1,0000	1,3482

OPTIQUE. — M. **Arago** a rendu un compte verbal des nouveaux essais qui ont été faits à l'Observatoire, avec la lunette de M. **Lerebours** de 38 centimètres (14 pouces d'ouverture).

L'étoile verdâtre du groupe γ d'Andromède a été nettement dédoublée, comme à Poulkova. De temps à autre on a vu Saturne d'une manière très-satisfaisante, même avec un grossissement de plus de 1000 fois. Enfin, ce même grossissement appliqué à l'observation de la lune, a fait voir que tout n'est pas dit, tant s'en faut, touchant la constitution physique de notre satellite. Les astronomes de Paris attendent avec impatience le moment où ce grand objectif sera établi sur un tuyau pouvant suivre le mouvement diurne, à l'aide de rouages convenables.

HYDROGRAPHIE. — M. **Arago** a présenté, de la part de l'auteur, M. le capitaine de vaisseau **Le Saulnier de Vauhello**, les trois grandes *cartes des sondes de la Manche* que le Dépôt de la marine vient de publier. Ces cartes forment un digne complément de l'admirable ouvrage dont la marine est redevable à M. Beautemps-Beaupré et à ses collaborateurs du corps des ingénieurs-géographes.

M. **Pariset** fait hommage à l'Académie de deux opuscules qu'il vient de faire paraître, savoir : de son *Éloge de Bourdois de Lamotte*, et d'un article *sur la Peste*. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur les expériences de cylindrage de chaussées en empierrements faites à Paris par* M. **Schattenmann**.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Piobert, Laugier, Mathieu rapporteur.)

« Les routes en empierrement, dans un bon état d'entretien, ont de grands avantages sur les routes pavées. Elles sont d'une construction moins dispendieuse, d'un parcours plus facile qui se prête merveilleusement aux grandes vitesses que l'on recherche tant de nos jours. Ces avantages expliquent assez l'abandon des routes pavées, la préférence accordée aux routes d'empierrement, qui forment maintenant en France la plus grande partie de nos voies de terre. La construction de ces routes est donc d'une grande importance pour l'industrie des transports et pour les nombreux intérêts qui s'y rat-

tachent. Aussi elle a été, depuis quarante ans, l'objet de nombreux et remarquables perfectionnements qui ont beaucoup contribué à la diminution du prix des transports.

» Nous venons aujourd'hui rendre compte à l'Académie des procédés que M. Schattenmann a mis en pratique dans les départements de la Seine et du Bas-Rhin, et des heureux résultats qu'il a obtenus. Mais auparavant, et en raison de l'importance économique de la question, nous croyons devoir entrer dans quelques détails sur les moyens qui ont été employés jusqu'à présent pour construire les chaussées.

» Dans les anciennes routes on posait sur le sol de larges pierres plates, surmontées de grosses pierres placées de champ. Une couche de pierres cassées était répandue sur cette fondation et renfermée entre deux bordures parallèles en pierres de grandes dimensions. Le tout formait une chaussée très-dispendieuse à établir et à entretenir, et très-cahotante quand les pierres placées de champ étaient en partie découvertes par l'action du roulage.

» Dans le système que l'on a généralement adopté en France depuis une vingtaine d'années, on a supprimé, comme Mac-Adam, la fondation et les bordures; le corps de la chaussée se compose d'une seule couche de petites pierres ou de cailloutis dont l'épaisseur s'élève de 15 à 30 centimètres. La fondation n'est pas nécessaire, parce que le sol est à l'abri des influences atmosphériques, parce qu'il est soustrait à l'action des roues aussitôt que la chaussée forme une masse compacte et imperméable. Il en est de même des bordures; elles ont le grave inconvénient d'établir entre la chaussée et l'accotement en terre, une séparation qui donne fréquemment naissance à une ornière très-gênante pour la circulation. L'économie provenant de la double suppression de la fondation et des bordures compense bien au delà l'augmentation de dépense qui résulte du cassage de la pierre en petits fragments. Ces heureuses modifications ont fait disparaître les plus grands inconvénients des anciennes routes d'empierrement, tout en réduisant les frais de construction et d'entretien.

» Les routes tracées et établies pour le roulage qui a de lourds chargements à transporter, pour les messageries qui ont besoin de marcher à grande vitesse, doivent permettre en toute saison une circulation facile, rapide, économique. Il faut pour cela que la chaussée empierrée soit dure, unie à sa surface, et que sa masse forme une couche compacte et imperméable. Par quels moyens peut-on obtenir une chaussée qui jouisse réellement de ces propriétés?

» La chaussée composée, comme nous l'avons dit, d'une seule couche de

petites pierres, est à peine praticable. Les voitures ne peuvent la parcourir que très-lentement et avec une grande dépense de force. Les roues, qui séparent facilement les éléments mobiles de l'empierrement, tracent des frayés, creusent des ornières, écrasent et broient une grande partie des matériaux, qui passent à l'état de poussière et de boue, et qu'il faut remplacer successivement par de nouveaux matériaux. Les ornières se reproduisent sans cesse, et ce n'est qu'à la longue, après des réparations continuelles, dispendieuses, que les divers éléments de la chaussée, mêlés avec les détritus, finissent par se lier et par former une masse résistante, compacte. Mais cette consolidation de la chaussée par l'action lente, irrégulière, destructive des roues peut s'opérer directement par des moyens simples et économiques.

» M. Polonceau a publié, en 1829, un Mémoire sur les moyens qu'il avait employés, dans le département de Seine-et-Oise, pour perfectionner le système d'empierrement de Mac-Adam. Il remplace l'action incertaine des roues des voitures par la pression uniforme d'un lourd et grand cylindre. Pour opérer promptement la consolidation de la chaussée, il a recours au mélange des pierres dures avec des pierres tendres, avec des graviers liants, des détritus de vieilles chaussées. Cinq ans plus tard, en 1834, M. Polonceau appliquait ce procédé à la chaussée de son beau pont du Carrousel. Dans une seconde publication, il insistait de nouveau sur l'utilité du mélange des matières d'agrégation avec les pierres dures, et sur la nécessité d'une forte compression. Cette année (1844) il est revenu sur ce sujet, dans la vue de constater et de prouver que c'est à la France, et non à la Prusse, que l'on doit les premiers exemples de l'emploi des matières d'agrégation et de la compression sur les chaussées en empierrement. Les bons effets de cette méthode ont été constatés en France et à l'étranger, toutes les fois que l'on a rempli la double condition d'une pression suffisante et d'un mélange convenable de matériaux qui peuvent se lier facilement. Cependant elle s'est répandue lentement; ce n'est que depuis peu d'années que, dans un certain nombre de départements, on comprime les chaussées, soit avec un cylindre très-lourd à grand diamètre, soit avec un cylindre léger à petit diamètre, que l'on nomme quelquefois *rouleau prussien*, et qui n'est que celui de M. Polonceau réduit à de moindres dimensions.

» Les avis sont encore partagés sur les dimensions les plus convenables à donner au cylindre compresseur. M. Schattenmann est persuadé que le cylindre léger à petit diamètre agit sur l'empierrement d'une manière plus sûre, plus prompte, plus complète, que le cylindre lourd à grand diamètre. C'est pour faire constater les avantages et la supériorité du cylindre léger, qu'il a adressé à l'Académie le Mémoire qui nous occupe en ce moment.

» La constitution définitive d'une route dépend de la forme de la chaussée, de la nature et du mélange des matériaux qui la composent; enfin, de leur consolidation en une couche compacte. Nous allons suivre l'auteur dans ces diverses opérations.

» M. Schattenmann donne aux chaussées une largeur de 5 à 8 mètres, suivant les circonstances, suivant leur destination. Il propose de supprimer ou, au moins, d'empierrer les accotements en terre, et de remplacer les fossés par des rigoles empierrées ou pavées. Il porte l'épaisseur de la chaussée dans son axe à 20 centimètres, avec un bombement de 6 centimètres par mètre. Le fond de la forme ou de l'encaissement qui doit recevoir les matériaux est aussi un peu bombé, environ 4 centimètres par mètre, afin que l'empierrement conserve une certaine épaisseur jusque sur les bords de la route. Le bombement réduit, auquel on arrive après la compression, est suffisant pour l'écoulement de l'eau quand la chaussée est unie; il est commode pour les voitures qui peuvent circuler sans crainte sur toute la largeur de la chaussée, et l'user à peu près uniformément. Avec un bombement exagéré, on n'a pas la même sécurité; la chaussée s'use principalement dans le milieu, où se portent toutes les voitures.

» L'empierrement peut s'établir sur un sol quelconque; peu importe sa nature, quand il est couvert par une couche compacte et imperméable. Cependant s'il était par trop mou, on pourrait le raffermir un peu par un passage de rouleau compresseur. Un simple pilonnage suffirait dans les parties où il ne paraîtrait pas assez résistant.

» On place les matériaux, réduits par le cassage à 6 centimètres de diamètre, dans le fond de l'encaissement; ceux qui se trouvent plus petits sont réservés pour la surface. S'il en reste à la surface qui aient plus de 4 centimètres, on les casse sur place ou bien on les enlève à la main.

» Ces matériaux plus ou moins durs, plus ou moins liants, peuvent être rapprochés, enchevêtrés par une forte pression; mais cela ne suffit pas pour qu'ils forment immédiatement une couche compacte, imperméable. Il faut nécessairement incorporer dans l'empierrement une matière ténue pour remplir les vides et opérer la liaison de toutes les parties.

» La consolidation des chaussées par le cylindrage repose sur ce double principe de la compression et du mélange des matériaux avec une matière d'agrégation.

» Cette matière doit être de telle ou telle espèce, suivant la dureté des matériaux de l'empierrement et leur facilité à se lier. Avec des matériaux durs, sans liant, comme les pierres siliceuses, les granits, les quartz, etc., on

prend, pour opérer l'agrégation, la marne, les calcaires tendres, toute espèce de terre forte, etc., qui se lient facilement. Mais avec des calcaires d'une certaine dureté, on emploie du sable; il reçoit du calcaire le liant qui lui manque.

» Les détritus des chaussées provenant de pierres dures ou tendres sont, dans tous les cas, une bonne matière agglomérante.

» M. Schattenmann, directeur des mines de Bouxwiller, avait eu souvent à s'occuper, comme membre du conseil général du Bas-Rhin, de la construction des routes dans ce département. Il apprit, vers 1840, que dans la Prusse rhénane, à Sarrebruck, on employait depuis quelque temps un cylindre en fonte de fer pour comprimer les chaussées d'empierrements neufs, et que l'on obtenait de très-bons résultats. Il l'examina, le fit connaître et en recommanda vivement l'usage. L'année suivante, en 1841, des circonstances particulières l'ayant amené à construire lui-même des empierrements dans des rues de Bouxwiller, il se servit d'un rouleau appartenant au département et semblable au rouleau prussien, sauf quelques modifications qui en rendent le chargement et le service très-faciles.

» Ce rouleau consiste dans un cylindre creux en fonte de fer de $1^{m},30$ de diamètre et de $1^{m},30$ de longueur. Aux extrémités de son axe en fer forgé sont placés deux coussinets qui supportent un fort cadre surmonté d'une caisse carrée qui peut recevoir, en pierres ou en pavés, une charge de 3 000 kilogrammes. A l'aide de deux timons assemblés à la charpente du cadre, on peut atteler les chevaux devant et derrière, ce qui dispense de faire tourner le rouleau sur place.

» Le poids de la charpente et de la caisse est de 1 000 kilogrammes, celui du cylindre est de 2000 kilogrammes, en sorte qu'à vide tout le système pèse 3000 kilorgammes et 6000 kilogrammes à pleine charge.

» Quand la chaussée est préparée et chargée de petites pierres ou de cailloutis, on procède au cylindrage, qui comprend deux opérations bien distinctes: la compression des matériaux et leur agglomération.

» 1°. La compression est produite par deux tours ou deux passages de rouleau à vide, avec la charge simple de 3 000 kilogrammes; par deux tours à mi-charge de 4500 kilogrammes; par deux tours à charge entière de 6000 kilogrammes.

» Pendant ces six premiers tours de rouleau, on est obligé, dans une grande sécheresse, d'arroser les matériaux pour qu'ils glissent mieux les uns sur les autres et s'enchevêtrent plus facilement.

» 2°. L'agglomération s'opère en continuant de comprimer avec le rou-

leau à pleine charge; mais après chaque tour on étend, à la surface de la chaussée, une légère couche de matière liante, sèche, réduite en poudre et choisie convenablement suivant la nature des matériaux de l'empierrement. Le volume de la matière d'agrégation est d'environ 15 pour 100 du cube des matériaux qui constituent l'empierrement. Six tours de rouleau suffisent dans cette seconde période de la consolidation.

» Le cylindrage, réduit au minimum de douze tours de rouleau, à douze passages dans chaque endroit, pourra, dans une journée, s'étendre à 200 ou 300 mètres de longueur, et couvrir une surface de 1 500 à 2 000 mètres carrés; mais, quand la consolidation marchera lentement, on sera parfois obligé d'augmenter un peu le nombre des passages du rouleau, et la surface cylindrée dans un jour sera moindre. Ce travail s'exécute avec six chevaux sur des routes à pentes ordinaires; on en emploie huit quand les pentes s'élèvent au-dessus de 4 à 5 centimètres par mètre.

» Malgré la grande mobilité des pierres cassées et surtout des cailloux roulés au commencement de l'opération, l'attelage de six à huit chevaux de force moyenne peut sans effort faire marcher le rouleau à vide, et pesant seulement 3 000 kilogrammes. A mesure que l'opération avance, le roulage devient plus facile, et l'on peut augmenter successivement la charge du cylindre jusqu'à 6 000 kilogrammes. Dans tous les cas, il faut que chaque cheval n'ait à exercer qu'une traction modérée; s'il devait agir avec force, ses pieds bouleverseraient sans cesse la surface de la chaussée.

» Après une douzaine de passages du rouleau, la chaussée peut être livrée à la circulation, si l'opération a été bien conduite.

» Le succès dépend principalement de la nature de la matière d'agrégation et de son introduction dans l'empierrement; elle doit remplir les vides qui restent entre les matériaux, et les envelopper en partie d'une espèce de gangue, qui se consolide en séchant.

» Quand le rouleau marche pendant la compression, il s'enfonce peu dans l'empierrement, même au premier tour. On remarque seulement en avant une agitation analogue à celle qui a lieu dans un fluide refoulé. La pression de la surface se transmet de proche en proche, les pierres glissent les unes sur les autres; il se forme une espèce de feutrage. Les vides qui existaient d'abord se remplissent en partie par les matériaux eux-mêmes. L'ondulation en avant du rouleau diminue graduellement à mesure que les pierres se casent et perdent leur mobilité; de là résulte, dans l'épaisseur de la chaussée, une diminution d'environ $\frac{1}{6}$ pour la meulière cassée, mais moindre pour des cailloux roulés qui ne se touchent guère que par des points.

» Le saupoudrage de la matière d'agrégation s'opère partiellement par couches minces pour qu'elle pénètre facilement dans l'empierrement. Pendant ce travail l'ondulation diminue vite; elle s'éteint bientôt et la matière d'agrégation reste à la surface. C'est le signe certain que l'on peut cesser le cylindrage, cela arrive ordinairement après une douzaine de passages. Alors on répand sur la matière d'agrégation restée à la surface de la chaussée une couche d'un centimètre de sable ou de gravier fin, pour couvrir les pierres, amortir l'action des pieds des chevaux, et empêcher les dégradations à la surface, et l'adhérence aux roues des matières grasses qui n'ont pas pénétré dans la masse. Dans cet état il faut encore que la chaussée soit mouillée par la pluie ou par un arrosage abondant. Alors elle peut être livrée à la circulation. Cependant elle n'est pas encore entièrement consolidée. Ce n'est qu'après une dessiccation d'environ deux mois que toutes ses parties sont bien liées et qu'elles forment une masse compacte et imperméable. Si après le cylindrage il survenait des pluies continuelles et plus tard des gelées, la chaussée se consoliderait difficilement. Il ne faut donc pas entreprendre ces opérations en hiver ou à l'entrée de l'hiver.

» Tels sont les procédés que M. Schattenmann a employés avec succès pour cylindrer des chaussées dans le Bas-Rhin et à Paris. Toutes ont été livrées immédiatement au roulage; aucune n'a souffert de la circulation la plus active.

» Dans un empierrement cylindré depuis deux ans à Bouxwiller, M. Schattenmann a fait une tranchée d'où il a extrait un fragment qui a été présenté à l'Académie. On y voit une agglomération des matériaux en une masse compacte, solide, imperméable, de plus de 20 contimètres d'épaisseur.

» On trouve les mêmes caractères dans les chaussées cylindrées à la fin de l'année dernière aux Champs-Élysées. La première expérience a été faite au Cours-la-Reine; l'empierrement était en cailloux siliceux roulés, non cassés, tirés des carrières des environs de Paris; dans les deux autres expériences faites sur une seconde partie du Cours-la-Reine et à l'avenue Gabriel, les empierrements étaient composés d'une première couche des mêmes cailloux et d'une couche supérieure en pierres meulières cassées. Quoique M. Schattenmann ait opéré avec ses deux rouleaux dans des circonstances atmosphériques très-peu favorables et que les pluies fréquentes qui ont suivi les cylindrages aient beaucoup contrarié la consolidation de ces chaussées, nous les avons trouvées en bon état deux mois après leur achèvement. Elles résistaient parfaitement à un roulage actif, et nous avons pu en faire extraire des frag-

ments dont toutes les parties étaient déjà liées. Maintenant elles sont tout à fait consolidées et d'un parcours toujours facile.

» Cette année, deux de vos Commissaires ont pu suivre dans les moindres détails l'expérience faite dans le courant du mois d'août, par M. Schattenmann, sur le boulevard d'Enfer. L'ancienne chaussée, de 800 mètres de longueur et 9 mètres de largeur, a été couverte de cailloux siliceux roulés, non cassés et tirés des carrières des environs de Paris. L'épaisseur de cet empierrement allait en augmentant d'un bout à l'autre de 10 à 25 centimètres.

» Le cylindrage a commencé le lundi 12 août, il a été contrarié plusieurs fois par la pluie, et cependant la chaussée était ouverte à la circulation le samedi matin.

» Nous avions vu les ondulations du cailloutis diminuer devant le rouleau à mesure que la matière d'agrégation, composée de détritus de la vieille chaussée, pénétrait dans l'empierrement. Au bout de trois jours elles s'apercevaient encore dans la partie la plus épaisse de l'empierrement, mais elles étaient insensibles dans la partie la plus mince. Tout annonçait la fin du cylindrage, lorsqu'une pluie extrêmement abondante vint interrompre les travaux et entraîner dans l'empierrement les détritus qui se trouvaient à la surface. Le lendemain suffit pour préparer la chaussée au passage des voitures.

» Une voiture de pierre de taille pesant 8 500 kilogrammes a parcouru la chaussée le samedi 17 août dans toute sa longueur sans occasionner la moindre dégradation. Dans beaucoup d'endroits nous apercevions à peine la trace des roues et la marque des pieds des chevaux dans la couche de détritus et de sable qui couvrait la chaussée. Ainsi les chevaux faisaient peu d'efforts et le roulage était déjà facile.

» On croit généralement que le cylindrage réussit difficilement avec un empierrement en cailloux roulés durs, et que si l'on parvient, à l'aide de tels matériaux, à former une couche compacte, ce n'est qu'avec une grande quantité de matière d'agrégation et une dépense bien plus forte que pour un empierrement en meulière cassée. Voici à cet égard ce qui résulte de l'expérience du boulevard d'Enfer, d'après les documents communiqués à la Commission : la dépense, en comprenant le sable et la matière d'agrégation, s'est élevée à 1 176^{f},83 pour cylindrer 7 100 mètres carrés de chaussée, et à 0^{f},165 pour un mètre carré. Ce chiffre se décompose comme il suit : 1° frais de cylindrage comprenant la traction et le répandage des détritus et du sable 0^{f},078; 2° prix de la matière d'agrégation et du sable, 0^{f},087.

» Ainsi, à Paris, où la main-d'œuvre est fort chère, on peut cylindrer, pour 8 centimes, un mètre carré de l'empierrement le plus difficile à conso-

lider (1). Quant au prix de la matière d'agrégation et du sable, on conçoit qu'il doit varier beaucoup d'un lieu à un autre.

» Quelques jours avant cette expérience, les cylindres de M. Schattenmann avaient servi à comprimer, sur le chemin vicinal de Boulogne à Neuilly, un empierrement de 25 centimètres d'épaisseur. L'opération, commencée par l'administration, terminée par M. Schattenmann, a coûté, tout compris, 3400 francs pour 16707 mètres carrés de chaussée; ce qui fait $0^f,203$ par mètre carré pour le cylindrage et l'achat du sable et des matières d'agrégation.

» Quand une chaussée empierrée est usée, ou réduite à une couche trop mince pour résister au roulage, il faut augmenter son épaisseur. On la recouvre d'une couche de matériaux, que l'on consolide au moyen du rouleau compresseur, en suivant la même marche que pour une chaussée neuve; seulement, dès les premiers tours du rouleau, par un temps pluvieux ou à la suite d'un arrosage convenable, il faut saupoudrer avec la marne, le sable ou les détritus, pour lier promptement les parties de la nouvelle couche entre elles et à la superficie de l'ancienne chaussée.

» Quelquefois on se sert d'un pic pour pratiquer, à la surface de la chaussée en réparation, des cavités où se logent les matériaux dont on la charge. Avec le rouleau compresseur, on lie parfaitement, sans repiquage, les deux couches superposées, et l'on évite la dépense d'une opération assez longue, qui a d'ailleurs l'inconvénient de désagréger les parties de l'ancienne chaussée.

» L'avenue du Cours-la-Reine, aux Champs-Élysées, nous a offert un exemple de ces réparations. Elle était en mauvais état. M. Schattenmann, vers la fin d'octobre dernier, chargea une partie de la chaussée d'une couche de cailloux de 5 centimètres d'épaisseur. Deux mois après le cylindrage, nous en vîmes extraire un fragment qui montre que la nouvelle et l'ancienne couche, que d'ailleurs on distingue l'une de l'autre, étaient parfaitement liées.

---

(1) Avec un attelage de 8 chevaux, à 60 francs par jour, on a comprimé 7100 mètres dans huit jours (900 mètres carrés par jour); ce qui fait pour 1 mètre carré. . . . . . . $0^f,066$

Un journalier, à 3 francs, répand 10 mètres cubes de matière d'agrégation dans un jour, ou 1 mètre cube pour $0^f,30$.

Une couche de chaussée de 1 mètre carré de base et 20 centimètres d'épaisseur, ou de $\frac{1}{5}$ de mètre cube, exige en répandage :

1°. $\frac{15}{100}$ de $\frac{1}{5}$ de mètre cube, ou $\frac{3}{100}$ de mètre cube de matière d'agrégation, à $0^f,30$ le mètre cube. . . . . $0^f,009$

2°. $\frac{1}{100}$ de mètre cube de sable, à $0^f,30$ le mètre cube. . . . . $0^f,003$

Dépense pour cylindrer et répandre les matières d'agrégation et le sable.. . . . $0^f,078$

» Quand une chaussée n'a pas été parfaitement confectionnée, les traces, les frayés, les ornières qu'y laisse une circulation un peu active doivent être effacés sans cesse par les cantonniers. Ce dispendieux travail d'entretien a souvent le grave inconvénient de diminuer notablement l'épaisseur de la chaussée avant qu'elle soit parvenue à de bonnes conditions de viabilité. Mais quand une chaussée a été originairement bien établie par le cylindrage ou par tout autre procédé, les voitures les plus lourdes n'y laissent pas de traces sensibles qui puissent être suivies par d'autres voitures et devenir des ornières. La circulation a lieu sans piste sur toutes les parties. L'office du cantonnier se réduit alors à une simple surveillance, et à enlever la boue peu abondante apportée par la circulation, ou provenant des parcelles enlevées à la chaussée. Cependant, à la longue, il se formerait un frayé sensible qui se convertirait même en ornière si les voitures suivaient toujours la même piste.

» Quant à l'entretien accidentel, il se réduit à peu de chose. Il s'opère d'ailleurs par le damage, dont les résultats sont analogues à ceux du rouleau compresseur. Cet entretien accidentel disparaissant en grande partie, on pourra, sur des routes bien cylindrées, réduire le nombre des cantonniers et des ouvriers auxiliaires, ce qui opérera une notable économie.

» Les ingénieurs des ponts et chaussées qui ont fait usage du rouleau compresseur reconnaissent que la dépense d'entretien d'une chaussée cylindrée est faible, tandis qu'elle est très-forte pour une route neuve, principalement jusqu'à l'époque où elle se trouve complétement consolidée.

» Examinons ces deux questions importantes : Quelle est la pression exercée par le petit rouleau, et à quelle profondeur se fait sentir son action?

» Le cylindre s'appuie sur l'empierrement, dans toute sa longueur de $1^{m},30$, sur une largeur de 20 à 25 centimètres. La pression, pour une zone de 1 centimètre de largeur, varie de 23 à 46 kilogrammes, quand la charge passe de 3 à 6000 kilogrammes, tandis que la pression des roues, par zone de 1 centimètre, varie de 100 à 170 kilogrammes. Ainsi, une pression trois à quatre fois plus petite que celle des lourdes voitures de roulage suffit pour opérer la consolidation d'une couche de cailloutis de 20 à 25 centimètres d'épaisseur.

» M. Schattenmann, en opérant avec son rouleau sur une couche de 50 centimètres d'épaisseur, a reconnu que la compression a lieu jusqu'à 30 centimètres de la surface. L'action de ce petit rouleau peut donc se transmettre dans toutes les parties d'un empierrement réduit à l'épaisseur de 20 à 30 centimètres, regardée maintenant comme très-suffisante. L'échantillon de

20 centimètres d'épaisseur qui a été extrait de la chaussée de Bouxwiller, et dont nous avons déjà parlé, ne laisse aucun doute à cet égard.

» On avait cru d'abord qu'il fallait un grand poids pour comprimer les empierrements, et l'on fut conduit à employer des cylindres de $1^m,50$ de longueur, de 2 mètres de diamètre, pesant 4, 5, 6 000 kilogrammes à vide, et le double à pleine charge. La pression par zone de 1 centimètre est alors presque double de celle du petit cylindre, et cependant elle paraît moins efficace. M. Schattenmann soutient catégoriquement dans son Mémoire qu'un grand et lourd cylindre ne consolide ordinairement un empierrement que jusqu'à 6 ou 7 centimètres de la surface; à l'appui de cette opinion il cite des cylindrages opérés aux Champs-Élysées, et surtout celui qui a été fait l'année dernière près de Saint-Denis, par le génie militaire, avec le grand rouleau des fortifications qui exige un attelage de dix-huit à vingt chevaux. L'empierrement de 20 centimètres d'épaisseur en cailloux, exécuté de cette manière, a été promptement bouleversé par le roulage.

» Nous ajouterons que cette année les mêmes officiers ont opéré dans une rue militaire près du canal Saint-Denis. L'empierrement se composait d'une couche de 20 centimètres d'épaisseur en cailloux siliceux, roulés, non cassés, tirés des carrières de Clichy. Le cylindrage, avec les rouleaux de M. Schattenmann, a donné une chaussée qui résiste parfaitement depuis trois mois au plus gros roulage. A son ouverture elle a pu supporter une voiture à dix chevaux chargée de pierres de taille. La dépense pour le cylindrage, la matière d'agrégation et le sable, s'est élevée à 25 centimes par mètre carré.

» En admettant que les empierrements se consolident aussi bien, aussi vite avec un grand cylindre qu'avec un petit, ce dernier aurait toujours l'avantage d'être d'un prix moins élevé, de n'exiger que six à huit chevaux, au lieu de dix-huit à vingt. Avec ce dernier attelage le tirage est irrégulier, et les chevaux détruisent souvent, en piétinant, une partie du travail déjà fait.

» M. Schattenmann s'est empressé de nous déclarer qu'en s'adressant à l'Académie, il n'avait eu en vue qu'une chose, le désir de faire connaître un mode de construction des chaussées empierrées qui lui paraît, sous tous les rapports, bien supérieur à l'ancien. Quand il a employé le rouleau léger à petit diamètre, il n'en connaissait pas d'autre. A cet égard, il a été bien servi par le hasard. Il pense que c'est à M. Polonceau que revient l'honneur du premier emploi d'une matière d'agrégation et de l'action d'un cylindre dans la consolidation des empierrements; il croit aussi qu'on ne s'est servi de ce procédé en Prusse qu'après la publication des Mémoires dans lesquels notre habile ingénieur rendait compte des résultats de ses premières épreuves.

» Nous venons de constater les bons résultats du cylindrage pour la construction, la réparation et l'entretien des chaussées; maintenant nous sommes naturellement conduits à examiner cette question d'économie publique. L'administration, quand elle a fait tous les frais d'établissement d'une chaussée, ne devrait-elle pas la consolider elle-même, et attendre qu'elle fût dans cet état pour la livrer à la circulation? Nous rappellerons ici que la consolidation d'une chaussée, par l'action irrégulière des roues des voitures, a le grave inconvénient, d'un côté, d'imposer une charge énorme à l'industrie des transports, et, de l'autre, d'entraîner pour l'État des dépenses continuelles de matériaux, de réparation, d'entretien. Les dépenses sont si considérables, que l'on trouverait de l'avantage à consolider les chaussées par le procédé économique du cylindrage, et à ne livrer à l'industrie privée que des routes réellement praticables.

» *En résumé*, la consolidation d'une route en empierrement par le travail lent et destructeur des roues des voitures impose, pendant plusieurs mois, une charge énorme au roulage, et au Trésor un entretien très-dispendieux. Le plus ordinairement encore, après tant de sacrifices, on n'obtient que des routes assez médiocres. Au contraire, une chaussée bien cylindrée a immédiatement l'avantage, pour l'industrie privée, d'être ferme et unie à sa surface et d'un parcours facile, économique; pour l'État, de n'exiger qu'une très-faible dépense d'entretien. L'application régulière, bien entendue, du rouleau compresseur à la construction et à la réparation de nos routes en empierrement, aura donc des résultats économiques de la plus haute importance. Sous ce rapport elle doit fixer l'attention de l'administration chargée d'organiser les voies de communication dans toute l'étendue du royaume.

» Il nous paraît établi que les grands cylindres ne sont ni nécessaires ni même utiles; que la pression modérée d'un cylindre léger, à petit diamètre, traîné par 6 à 8 chevaux, suffit pour comprimer dans toutes ses parties un empierrement de 20 à 25 centimètres d'épaisseur, et pour le transformer en une chaussée compacte, imperméable, unie à sa surface et capable de résister immédiatement au roulage le plus actif; que le petit rouleau compresseur consolide également, sur une chaussée usée, une nouvelle couche de cailloutis, même très-mince, et la soude parfaitement au sol ancien.

» *Conclusions.* — L'Académie a déjà pu reconnaître que M. Schattenmann ne prétend nullement que le cylindrage des routes à empierrement ait été inventé par lui; mais il a incontestablement le mérite d'avoir propagé ces excellents procédés, par son zèle, par son activité, par ses lumières; d'avoir

montré les avantages du petit cylindre à poids variable et gradué; d'avoir donné des notions précieuses sur les matières d'agrégation.

» Sous tous ces rapports, le Mémoire de M. Schattenmann nous paraît très-digne de l'approbation de l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Mémoire sur l'osmium; par* M. **Ed. Fremy.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Pelouze.)

« Les recherches que j'ai entreprises dans le but de démontrer que presque tous les métaux, en se combinant avec l'oxygène, peuvent former des *acides métalliques,* se divisent en deux parties.

» Dans la première, qui comprend plusieurs Mémoires que j'ai eu l'honneur de communiquer successivement à l'Académie, j'ai examiné les principales propriétés des acides métalliques formés par les métaux appartenant aux quatre premières sections de M. Thenard.

» J'ai réservé, pour la seconde partie de mon travail, l'étude des acides que peuvent produire les métaux qui sont placés dans les dernières sections.

» Le Mémoire que je présente aujourd'hui dépend de cette nouvelle série de recherches.

» Parmi les métaux acidifiables appartenant aux deux dernières sections, un des plus remarquables est certainement l'osmium, qui se trouve en abondance dans la mine de platine, et qui, en se combinant avec l'oxygène, peut produire un acide volatil et cristallisable.

» Il était impossible d'examiner les principales réactions de l'acide osmique, sans reprendre en même temps l'étude de l'osmium; car, on le sait, l'histoire chimique de ce métal est encore incomplète.

» Pour le prouver, je n'ai qu'à citer ici l'opinion de M. Berzelius, qui dit, à la fin de son important Mémoire sur les métaux qui se trouvent dans la mine de platine : « que les essais qu'il a rapportés ne peuvent être considé» rés que comme une esquisse de l'histoire longue et difficile de l'osmium. » Si, depuis M. Berzelius, aucun chimiste ne s'est occupé, d'une manière suivie, de l'examen de l'osmium, c'est que peu de métaux présentent dans leur étude autant de difficultés réunies.

» En effet, l'osmium est ordinairement combiné, dans la mine de platine,

à l'iridium, et cet osmiure est difficilement attaqué par les réactifs chimiques.

» Les combinaisons de l'osmium ont une telle analogie avec celles de l'iridium, que leur séparation est souvent incomplète et leurs caractères distinctifs insuffisants. Il faut reconnaître, en outre, que les vapeurs d'acide osmique qui produisent en peu de temps des ophthalmies douloureuses et des démangeaisons à la peau, rendent toujours ces recherches dangereuses.

» J'ai pensé que, pour entreprendre un travail complet sur l'osmium, il fallait, en premier lieu, trouver un procédé qui permît d'attaquer facilement l'osmiure d'iridium, et obtenir ensuite un composé cristallisé qui ne dégageât pas à l'air de vapeur d'acide osmique, et qui pût servir au besoin à préparer les principales combinaisons de l'osmium. C'est ce double but que je crois avoir atteint complétement.

» J'ai déjà fait connaître à l'Académie le procédé qui me sert à retirer de la mine de platine tout l'osmium qu'elle contient; j'ajouterai seulement ici quelques détails qui complètent ma première communication.

» Les résidus de la mine de platine se présentent sous deux aspects différents : ils sont ordinairement en poudre noire, mais on les trouve aussi cristallisés en larges paillettes.

» Les résidus en poudre noire sont, en général, assez pauvres en osmium, et contiennent environ 20 ou 25 pour 100 d'iridium.

» Lorsqu'on se propose d'extraire l'osmium, il est convenable d'opérer sur le résidu cristallisé en paillettes. En le calcinant avec 3 parties de nitre, on le transforme en osmiate et en iridiate de potasse.

» Ces deux sels, traités par l'acide azotique, donnent immédiatement de l'acide osmique.

» Pour retirer l'osmium qui reste à l'état d'oxyde, on traite le résidu de l'opération précédente par de l'eau régale; on précipite par le sel ammoniac, et le sel double est soumis à l'action de l'acide sulfureux.

» J'ai dit, dans mon premier Mémoire, que l'iridium entrait, dans ce cas, en dissolution.

» Il reste un sel rouge qui est un chlorure ammoniaco-osmique, qui donne de l'osmium pur lorsqu'on le calcine dans un courant d'hydrogène.

» On obtient donc ainsi tout l'osmium contenu dans la mine de platine, d'une part, à l'état d'acide osmique, et, de l'autre, à l'état d'osmium métallique.

Détermination de l'équivalent de l'osmium.

» Les nouvelles combinaisons d'osmium qui seront décrites dans ce Mémoire m'ayant permis de préparer, par des procédés différents, de l'osmium pur, j'ai pensé qu'il serait intéressant de déterminer de nouveau l'équivalent de ce métal.

» On se rappelle que l'équivalent de l'osmium a été obtenu, par M. Berzelius, en réduisant à l'aide du gaz hydrogène le chlorure osmico-potassique anhydre. On adopte pour l'équivalent de ce métal le nombre 1244,49.

» En me fondant sur les expériences si précises de M. Berzelius, qui prouvent d'abord que l'osmium se transforme complétement en acide osmique lorsqu'on le chauffe dans un courant d'oxygène sec, et que cet acide est entièrement absorbable par de la potasse caustique, il est évident qu'en brûlant un poids connu d'osmium dans l'oxygène, et en déterminant la quantité d'acide osmique formée, j'avais les éléments nécessaires pour fixer l'équivalent de l'osmium.

» On voit que ce procédé est semblable à celui que MM. Dumas et Stas ont employé pour la détermination de l'équivalent du carbone.

» Ces chimistes ont brûlé du carbone pur dans l'oxygène, et ont pesé l'acide carbonique qui s'est formé.

» J'ai brûlé de même de l'osmium dans de l'oxygène, et j'ai déterminé le poids de l'acide osmique qui s'est produit.

» Je ferai remarquer que c'est aussi par une combustion directe de l'osmium dans l'oxygène que M. Berzelius avait analysé l'acide osmique.

» J'ai opéré la combustion de l'osmium dans un tube divisé en deux parties par l'étranglement du verre. J'ai placé l'osmium dans la première partie du tube, et, dans l'autre, des fragments de potasse. Un tube à potasse, placé à la suite de cet appareil, n'a pas changé de poids pendant l'expérience, et a prouvé que l'acide osmique était entièrement absorbé par le premier tube.

» J'ai évité, dans la disposition de cet appareil, l'emploi des bouchons, qui réduisent immédiatement l'acide osmique.

» Il résulte de plusieurs analyses, dont je donne les détails dans mon Mémoire, que, dans l'acide osmique, 4 équivalents d'oxygène sont combinés avec une quantité d'osmium représentée par le nombre 1247,8, qui ne diffère pas sensiblement de celui trouvé par M. Berzelius.

» Quoique mes expériences s'accordent avec celles de M. Berzelius, je ne considère pas l'équivalent de l'osmium comme définitivement fixé. Je reviendrai sur cette question dans un Mémoire particulier.

» Parmi les combinaisons de l'oxygène avec l'osmium, celle qui contient 4 équivalents d'oxygène est la seule qui ait été considérée, jusqu'à présent, comme un acide métallique.

» L'acide osmique peut, en effet, se combiner avec les alcalis et former des sels dans lesquels les propriétés de l'acide se trouvent masquées.

» Il m'a été, jusqu'à présent, impossible de préparer des osmiates cristallisés. Ces sels paraissent déliquescents, et sont en partie décomposés par l'eau.

» Je ferai connaître ici une nouvelle combinaison d'osmium et d'oxygène, à laquelle je donne le nom d'*acide osmieux*, qui peut, en s'unissant aux bases, donner naissance à des sels parfaitement cristallisés.

» Il existait dans la série d'oxydation de l'osmium une lacune évidente. M. Berzelius avait admis l'existence d'un chlorure représenté par la formule $Os\,Cl^3$, mais l'oxyde correspondant à ce chlorure n'avait pas encore été produit.

» Les expériences que je vais décrire prouvent que le composé $Os\,O^3$ est un acide qui peut se combiner avec les bases et former des sels cristallisés.

Préparation des osmites.

» Les osmites se préparent d'une manière générale en désoxydant les osmiates.

» C'est ainsi que, lorsqu'on verse dans une dissolution d'osmiate de potasse quelques gouttes d'alcool, la liqueur s'échauffe, dégage de l'aldéhyde, se colore en rose et laisse bientôt déposer un précipité cristallin d'osmite de potasse. Comme ce sel est insoluble dans l'eau alcoolisée, la liqueur se décolore complétement et ne retient plus d'osmium en dissolution.

» Si un osmiate est mis en contact avec un corps qui peut absorber lentement l'oxygène, les cristaux d'osmite qui se déposent sont alors volumineux. C'est ainsi que, lorsqu'on mélange de l'osmite de potasse avec un azotite, on peut obtenir de beaux cristaux d'osmiate de potasse sous la forme d'octaèdres.

» Dans cette expérience, l'azotite absorbe une partie de l'oxygène de l'acide osmique et se transforme en azotate.

» On peut encore préparer les osmites solubles en traitant un osmiate alcalin par du deutoxyde d'osmium, qui se dissout immédiatement.

» La préparation de ces nouveaux sels ne présente donc aucune difficulté.

Acide osmieux.

» Il résulte de l'analyse des osmites cristallisés, que l'acide osmieux doit

être représenté par la formule OsO^3; mais il m'a été impossible jusqu'à présent d'obtenir cet acide à l'état isolé.

» Les osmites traités par un acide faible, même par l'acide carbonique, sont immédiatement décomposés, produisent de l'acide osmique et du deutoxyde d'osmium hydraté.

» Ainsi l'acide osmieux, semblable à d'autres acides, n'existe qu'en combinaison avec les bases.

Osmite de potasse.

» L'osmite de potasse doit être considéré comme un des composés les plus intéressants de l'osmium.

» Ce sel prend naissance, comme je l'ai dit précédemment, lorsqu'un osmiate est mis en contact avec un corps avide d'oxygène.

» La production si facile de l'osmite de potasse peut servir à déterminer la quantité d'acide osmique contenu dans une liqueur : on la sature, en effet, par de la potasse, on la précipite au moyen de quelques gouttes d'alcool; l'osmite est lavé à l'eau alcoolisée et desséché dans le vide. Son poids fait connaître la proportion d'acide osmique que la liqueur contenait.

» L'osmite de potasse est rose, il est soluble dans l'eau et complétement insoluble dans l'alcool et l'éther: il cristallise en octaèdres. Cette cristallisation ne peut pas être obtenue par les procédés ordinaires. L'osmite de potasse se décompose, en effet, rapidement dans l'eau pure.

» Pour préparer ce sel cristallisé, on doit mettre de l'osmiate de potasse très-alcalin en contact avec de l'azotite de potasse. Dans ce cas, l'osmite de potasse se forme lentement et cristallise en gros octaèdres; l'excès de potasse lui donne de la fixité et facilite sa cristallisation.

» L'osmite de potasse est soluble dans l'eau froide, mais se décompose dans ce cas assez rapidement en osmiate de potasse et en deutoxyde d'osmium; la décomposition est presque instantanée lorsqu'on porte la liqueur à l'ébullition.

» Une dissolution d'osmite de potasse exposée à l'air absorbe l'oxygène et se transforme complétement en osmiate. Les matières organiques réduisent avec rapidité l'osmite de potasse.

» L'action que la chaleur exerce sur l'osmite de potasse a été examinée dans des circonstances différentes.

» Lorsqu'on chauffe de l'osmite de potasse dans un courant d'azote pur, ce sel perd son eau de cristallisation et devient anhydre. Il n'a pas éprouvé de

décompssition, car il peut se dissoudre dans l'eau et reproduire le sel primitif.

» Si on le calcine à l'air ou dans un courant d'oxygène, il se transforme en osmiate qui, en fondant, préserve une certaine quantité de sel de l'action oxydante. L'osmite soumis à l'influence de la chaleur dans un courant d'hydrogène est complétement décomposé ; il se forme dans ce cas de l'eau, de l'hydrate de potasse et de l'osmium métallique.

» L'analyse de l'osmite de potasse, qui présentait de grandes difficultés, a été faite par le procédé suivant :

» La perte que le sel éprouve lorsqu'on le chauffe dans un courant d'azote a permis de déterminer son eau de cristallisation.

» Le sel anhydre, réduit dans un courant d'hydrogène, forme de l'eau qui indique la quantité d'oxygène contenue dans l'acide osmieux. Il est évident que la potasse retient 1 équivalent d'eau.

» Pour déterminer la proportion de potasse, j'ai chauffé le sel avec l'acide azotique fumant; l'osmium passe à l'état d'acide osmique, et le nitre a été transformé en sulfate neutre de potasse.

» Les analyses, dont je supprime ici les détails, démontrent que le sel anhydre a pour formule OsO^3, KO, et qu'il peut cristalliser avec 2 équivalents d'eau.

» L'existence d'une combinaison d'osmium contenant 3 équivalents d'oxygène devait m'engager à chercher un sulfure correspondant à l'acide osmieux. Lorsqu'on fait passer dans une dissolution d'osmite de potasse un courant d'hydrogène sulfuré, le sel est complétement décomposé; il se forme un précipité noir de sulfure d'osmium hydraté, et la liqueur retient en dissolution du polysulfure de potassium.

» La production de ce polysulfure indique déjà que le sulfure qui se précipite ne correspond pas à l'acide osmieux : c'est ce que prouvent les analyses qui se trouvent dans mon Mémoire. Ce sulfure a pour composition $OsS^2, 5HO$.

» Le chlorure d'osmium que M. Berzelius a obtenu en combinaison avec le sel ammoniac, et qui correspond à l'acide osmieux, n'a pas été isolé jusqu'à présent. J'ai reconnu que ce chlorure ne se forme pas lorsqu'on traite l'osmite de potasse par de l'acide chlorhydrique : il se dégage dans ce cas de l'acide osmique, et il reste dans la liqueur un bichlorure d'osmium.

» Tous les acides décomposent l'osmite de potasse, produisent de l'acide osmique et un dépôt de deutoxyde d'osmium qui se dissout dans un excès d'acide.

» L'acide sulfureux agit d'une manière particulière sur l'osmite de potasse;

il dégage d'abord, comme les autres acides, des vapeurs d'acide osmique, et forme rapidement un précipité d'un beau bleu d'indigo. Ce corps, signalé par M. Berzelius, et qui paraît être le produit final de l'action de l'acide sulfureux sur tous les composés de l'osmium, est une véritable base qui se dissout dans les acides, et produit des sels colorés en bleu.

» J'arrive maintenent à l'action remarquable de l'ammoniaque et des sels ammoniacaux sur l'osmite de potasse.

» Lorsqu'on verse de l'ammoniaque dans une dissolution d'osmite de potasse, la liqueur perd immédiatement sa couleur rose, et les réactifs démontrent que l'osmite a été décomposé. Si la liqueur est soumise à l'action de la chaleur, elle brunit, l'azote se dégage en abondance, et l'oxyde d'osmium ammoniacal se dépose.

» Lorsqu'on fait réagir à froid de l'ammoniaque sur de l'osmite de potasse, il se forme un composé intéressant qui a pour formule OsO^2, AzH^2. Ce corps est, comme on le voit, une combinaison d'oxyde d'osmium avec le radical AzH^2, que MM. Thenard et Gay-Lussac ont obtenu pour la première fois en combinaison avec le potassium et le sodium.

» Il est fort difficile de préparer, à l'état isolé, le composé que je nomme ici l'*osmiamide*, mais on peut l'obtenir facilement en combinaison avec d'autres corps.

» C'est ainsi qu'en traitant de l'osmite de potasse par une dissolution de sel ammoniac, on obtient immédiatement un précipité d'un jaune citron, complétement insoluble dans l'excès de sel ammoniacal.

» Ce corps, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, ne présente aucun des caractères des osmites, mais se transforme en osmite par la potasse concentrée.

» Les acides ne le décomposent que sous l'influence de la chaleur.

» Lorsqu'on le chauffe dans un courant d'hydrogène, il produit de l'eau, de l'ammoniaque, du chlorhydrate d'ammoniaque et de l'osmium pur.

» Ce composé a pour formule $OsO^2, AzH^2 + HCl, AzH^3$; son analyse et la théorie de la production sont consignées dans le Mémoire.

» En me fondant sur les réactions de l'osmite de potasse, j'ai trouvé un nouveau procédé de préparation de l'osmium que je ferai connaître ici.

» Je sature d'abord l'acide osmique par la potasse et je transforme le sel en osmite, au moyen de l'alcool.

» L'osmite de potasse est précipité par le sel ammoniac, et le sel jaune, calciné dans un courant d'hydrogène, donne de l'osmium parfaitement pur

qui possède l'éclat métallique. Cette opération peut être faite en quelques heures.

» Pour compléter l'étude de l'acide osmieux, j'ai dû examiner les autres combinaisons de cet acide avec les bases.

» L'acide osmieux peut se combiner avec la soude et former un sel rose semblable à celui de potasse, mais qui ne cristallise pas avec la même facilité.

» Il m'a été impossible d'obtenir un osmite d'ammoniaque; lorsque l'acide osmieux est en présence de l'ammoniaque, il paraît être transformé immédiatement en *osmiamide.*

» Les autres osmites sont insolubles et peuvent être préparés par double décomposition.

» Ces sels sont peu stables, car lorsqu'on précipite de l'osmite de potasse par des sels de chaux, de baryte, de plomb, etc., on forme des précipités blancs qui noircissent immédiatement et dégagent des vapeurs d'acide osmique.

» Tels sont les premiers résultats de mes recherches sur l'osmium; qu'il me soit permis de les résumer en peu de mots.

» La découverte de l'acide osmieux, qui prouve que l'osmium peut former un acide intermédiaire entre le deutoxyde et l'acide osmique, complète d'abord la série d'oxydation de ce métal.

» La préparation si facile de l'osmite de potasse permet de transformer immédiatement l'acide osmique en un composé stable et cristallisé, qui peut être considéré comme le point de départ de toutes les combinaisons de l'osmium.

» Lorsqu'en effet on le traite par l'acide azotique, il reproduit d'abord l'acide osmique; si on le décompose par les acides étendus, il forme de l'oxyde d'osmium, et ce dernier, en se dissolvant dans l'acide chlorhydrique, donne naissance au bichlorure d'osmium.

» L'osmite de potasse peut, en réagissant sur le sel ammoniac, former une véritable amide qui, par sa calcination, produit de l'osmium pur.

» Il est enfin une considération sur laquelle je me permettrai d'appeler l'attention des physiologistes; elle peut donner un nouvel intérêt aux composés qui ont été décrits dans ce Mémoire.

» S'il est vrai que certaines préparations vénéneuses peuvent, lorsqu'on les emploie à faibles doses, devenir des médicaments précieux, il serait peut-être important d'examiner l'action que les composés d'osmium peuvent exercer sur l'économie animale; j'ai constaté souvent sur moi-même que leur énergie n'a pas été exagérée.

» Je pense que l'osmite de potasse peut servir avec avantage pour examiner l'utilité thérapeutique des préparations d'osmium.

» Je dirai en terminant que M. Cloëz a bien voulu m'aider dans ce travail avec un dévouement qui me fait un devoir de lui en témoigner ici toute ma reconnaissance. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Réclamation de priorité à l'occasion du Mémoire de* M. Péligot *sur la théorie de la fabrication de l'acide sulfurique;* Note de M. **Baudrimont.**

(Commission nommée pour le Mémoire de M. Péligot.)

« Dans le dernier numéro des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, je trouve un Mémoire de M. E. Péligot sur la théorie de la fabrication de l'acide sulfurique. Ce chimiste admet, page 422, que l'acide sulfureux agit d'*une manière incessante et exclusive* sur l'acide azotique constamment régénéré dans les différentes phases de cette opération..... J'éprouve le profond regret d'être obligé de réclamer ce qui fait le fond de cette théorie, comme l'ayant publié, il y a un an, dans le premier volume de mon *Traité de chimie générale et expérimentale;* en effet, si l'on ouvre ce volume à la page 585, on y peut lire: « L'inaction des gaz sulfureux et azotosique (hy- » poazotique) l'un sur l'autre, à la température ordinaire et lorsqu'ils sont » secs, la nécessité de l'intervention de l'eau, l'action de l'eau sur l'acide » azotosique, qui donne immédiatement de l'azotate hydrique et du bioxyde » d'azote, la possibilité d'employer directement l'azotate hydrique dans la » préparation du sulfate hydrique, donnent lieu de penser que la formation » de l'azotate hydrique précède toujours celle du sulfate, etc. »

» Toutefois, si nous sommes d'accord sur ce fait principal, nous différons sensiblement lorsqu'il s'agit d'expliquer la suite des réactions par lesquelles se forme réellement le sulfate hydrique et se reproduit l'azotate hydrique.

» M. Péligot dit, page 422: 1° « L'acide sulfureux décompose l'acide azo- » tique; le premier se transforme en acide sulfurique et le second en acide » hypoazotique; » et 2°: « La formation de l'acide sulfurique est tout à fait » indépendante de l'existence et conséquemment de la nature des produits » auxquels on a donné le nom fort impropre de *cristaux des chambres* » *de plomb.* »

» Je n'admets point que, dans la fabrication de l'acide sulfurique, l'acide sulfureux réagissant sur l'azotate hydrique donne nécessairement lieu à de l'acide azotosique, qui, à l'exclusion de tout autre produit oxygéné de l'azote, doive régénérer l'azotate hydrique. Il est aussi très-probable que la formation du composé qui donne naissance aux cristaux des chambres de plomb n'est point étranger à la formation du sulfate hydrique, comme plusieurs chimistes l'ont pensé, et comme moi-même l'ai admis pendant quelque temps.

» Quant à la première objection, je dirai, pour l'appuyer, qu'aucune des expériences de M. Péligot n'établit que l'acide azotosique soit un produit nécessaire et essentiel de la réaction du gaz sulfureux sur l'azotate hydrique. Les vapeurs rouges qu'il a observées étaient en trop petite quantité pour qu'il en fût ainsi, et ces vapeurs étaient produites dans des conditions qui ne sont réellement point celles de la fabrication du sulfate hydrique.

» Cependant, à la page 424, M. Péligot dit : « Tout l'acide azotique » soumis à l'action de l'acide sulfureux en excès se dégage finalement sous » cette forme de bioxyde d'azote..... L'examen de ce gaz m'a prouvé qu'il » consiste en bioxyde d'azote entièrement pur, absorbable sans aucun résidu » par les sels de protoxyde de fer. »

» On lit, dans mon *Traité de chimie*, à la page 586 : « Si l'on fait passer » un courant de gaz sulfureux dans de l'azotate hydrique dilué, ou dans de » l'eau où l'on a ajouté de l'acide azotosique, ce qui est définitivement la » même chose, il ne se dégage que du bioxyde d'azote très-pur. »

» Or, ces deux expériences, qui sont parfaitement conformes, ne démontrent point la formation de l'acide azotosique. Je dirai plus : si l'on se place dans des conditions plus rapprochées encore de celles de la fabrication du sulfate hydrique, on n'observe nullement la formation de cet acide. En effet, si l'on adapte à un grand flacon à trois tubulures, un appareil propre à donner de la vapeur d'eau, un autre appareil donnant du gaz sulfureux, un troisième donnant des vapeurs d'azotate hydrique, et enfin un tube ouvert pour éviter une explosion ; si l'on remplit d'abord le flacon de vapeur d'eau, puis de gaz sulfureux, et si l'on y fait enfin parvenir de la vapeur d'azotate hydrique, *il se forme du sulfate hydrique, et l'on n'observe pas la moindre trace de vapeur rutilante.* Il est donc évident que l'acide azotosique n'est point un produit nécessaire de la réaction de l'acide sulfureux en excès sur l'azotate hydrique ; mais, dans la pratique des arts, cet acide domine toujours au commencement des opérations par le procédé intermittent, et à l'origine de l'appareil par le procédé continu, et l'on sait que c'est dans ces conditions que le sulfate hydrique est produit en plus grande abondance.

» En négligeant les réactions successives, ou en ne tenant compte que des produits mis en présence et du résultat final, la production du sulfate hydrique pourrait être représentée par cette égalité :

$$3SO_2 + AzO_5 + Aq = 3(SO_4H) + AzO_2 + Aq\ (*).$$

» Mais est-ce bien ainsi que se produit le sulfate hydrique? Le composé qui donne naissance aux cristaux des chambres de plomb est-il réellement étranger à la formation de ce sulfate? Je ne le pense pas; mais ici je ne puis plus faire intervenir l'expérience, et je me trouve seulement guidé par des spéculations théoriques. Toutefois, l'acide azotosique ne se produisant point comme M. Péligot le suppose, on peut être admis à faire valoir une autre théorie qui paraît plus en harmonie avec les faits.

» On sait bien aujourd'hui que l'on n'observe pas de cristaux dits des chambres de plomb, dans une fabrication régulière, et plusieurs chimistes admettent depuis longtemps que leur formation n'est pas nécessaire à la production du sulfate hydrique; mais cette opinion n'est-elle point hasardée? et si l'on n'observe point le composé en question à l'état de cristaux, cela veut-il dire qu'il n'existe point un instant à l'état moléculaire, les molécules étant détruites par la présence de l'eau avant d'avoir pu s'agréger pour former des cristaux? Cet état de combinaison n'est-il point nécessaire à la formation du sulfate hydrique? Ce dernier produit ne peut-il être le résultat de réactions successives qui, passant de l'une à l'autre avec une extrême rapidité, donnent le produit final presqu'à l'instant même où les éléments nécessaires à sa formation sont mis en présence?... Des réactions de ce genre sont observées dans une foule de circonstances, et si l'on n'admettait point la possibilité des réactions successives, on interpréterait fort mal leur production; telle est celle du chlore dans la destruction des hypochlorites ordinaires (mélange d'hypochlorite et de chlorure) par le sulfate hydrique; celle de l'or mussif, celle des composés ammoniacaux dans le traitement des cyanures par les sels hydriques, etc.

» J'ai longuement médité cette question et je ne pense pas que l'on ait démontré que la production du composé qui donne naissance aux cristaux des chambres de plomb soit étrangère à celle du sulfate hydrique. En effet, les expériences indiquées précédemment, la facilité avec laquelle se produit le composé cristallin dont il s'agit, sa rapide destruction par l'eau,

---

(*) Aq indique que l'eau est prise en quantité indéterminée.

tout porte à penser qu'il se forme réellement, mais que son existence n'est qu'instantanée. Dans ce cas, ce n'est plus simplement l'acide sulfureux qui enlève de l'oxygène à l'azote hydrique, pour devenir sulfate hydrique ; ce sont leurs éléments qni s'unissent d'abord et donnent naissance à un composé qui se détruit par la présence de l'eau, en donnant du sulfate hydrique et de l'acide azoteux. Cette explication de la formation du sulfate hydrique conduit même directement à faire admettre que les cristaux des chambres de plomb ont la composition trouvée par M. de la Provostaye, à cela près qu'ils ne sont point anhydres. En effet :

$$Az\,O_6\,H + 2\,SO_2 = 2\,(SO_3)\,Az\,O_3,\ HO \text{ ou plutôt } \left\{\begin{matrix} S\,O_4H \\ S\,O_4\,Az\,O_2. \end{matrix}\right.$$

» C'est ce composé qui, sous l'influence de l'eau, donne du sulfate hydrique et de l'acide azoteux :

$$\left.\begin{matrix} S\,O_4\,H \\ S\,O_4\,Az\,O_2 \end{matrix}\right\} + Aq = 2\,(S\,O_4\,H) + Az\,O_3 + Aq.$$

» Enfin, l'acide azoteux, en présence de l'air et de l'eau, par une suite de transformations, donne naissance à de l'azotate hydrique, et de là, reproduction de tous les phénomènes qui viennent d'être indiqués, et formation nouvelle de sulfate hydrique. »

HYDRAULIQUE. — Lettre de M. **Thenard**, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, *à l'occasion d'un passage de la Note de* M. Mary, *sur le système de barrage de* M. Sartoris.

(Renvoi à la Commission nommée pour la communication de M. Mary.)

« Le *Compte rendu* de la séance de l'Académie des Sciences du 26 août dernier comprend un Mémoire présenté par M. Mary, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, sur un nouveau système de barrage mobile des rivières dit bateau-vanne, Mémoire qui se termine par cette phrase : *aucun système de barrage mobile connu ne se manœuvrera certainement avec cette rapidité.*

» Il y a, dans cette phrase, une grande erreur, qui serait préjudiciable à mon système de barrage mobile, sur lequel l'Académie a entendu un Rapport dans sa séance du 5 août dernier ; car M. Mary annonce qu'il lui faudrait 77 secondes pour effacer sa retenue, ou pour la former sur 40 mètres de longueur et $1^m,50$ de hauteur.

» Or, j'ai remis à la Commission qui a examiné mon barrage, et qui doit examiner celui de M. Mary, un procès-verbal constatant qu'en 10 secondes un seul homme a effacé entièrement un barrage de $1^{m},60$ à $1^{m},70$ de hauteur sur $8^{m},36$ de longueur, et que deux hommes, agissant à la fois aux deux extrémités, n'y auraient employé que la moitié de ce temps, c'est-à-dire 5 secondes, ou, pour 40 mètres, 24 secondes.

» Ce temps n'est pas le septième de celui qui serait nécessaire, avec le bateau-vanne, pour effacer une retenue de cette longueur et de cette hauteur; car M. Mary ne tient compte que du temps pendant lequel se vide le bateau plein d'eau, et non du temps, plus long peut-être, qu'il faudrait pour manœuvrer les vannes d'écoulement.

» Au surplus, la manœuvre d'un barrage mobile des rivières doit avoir pour résultat de donner passage non-seulement au liquide, mais encore aux corps solides entraînés par les eaux; sinon, ceux-ci nageant pour la plupart, comme les arbres, souches, glaçons, bateaux, etc., s'accumuleraient en amont de ce barrage, dont ils rendraient souvent la manœuvre impossible.

» Or, le bateau-vanne de M. Mary, flottant toujours lui-même et barrant la rivière, arrêtera inévitablement tous les corps flottants, poussés avec rapidité contre sa paroi d'amont par l'effet du violent courant qui passera dessous, surtout lorsque les eaux d'une crue l'auront soulevé.

» Ce bateau-vanne ne peut donc point remplir l'office véritable de barrage mobile comparable au mien, qui, formant déversoir, laisse constamment passer les corps flottants et peut, en une vingtaine de secondes, par l'abattage des portes d'aval, livrer un passage entièrement libre aux eaux et à tout ce qu'elles porteraient, ou fermer ce passage par le relèvement des portes d'amont.

» A la vérité, M. Mary parle d'un déversoir (latéral sans doute) qu'il placerait à côté de son bateau-vanne; mais c'est là une disposition qui ne pourrait se concilier que très-rarement avec la disposition naturelle des lieux, et qui aurait pour effet de dévier nuisiblement les courants, en occasionnant des engravements, sans mettre, d'ailleurs, le bateau à l'abri du choc des corps flottants entraînés par les crues qui le soulèveraient et feraient passer dessous la plus grande partie des eaux; en sorte que la manœuvre lente et difficile, par laquelle on ferait faire à ce bateau un quart de conversion pour déboucher entièrement la rivière, après l'écoulement de la plus grande partie des eaux de la retenue dont le courant serait trop violent pour y faire mouvoir aucun bateau transversal, en sorte que cette manœuvre, dis-je, deviendrait souvent

impossible, lorsque des masses de glaçons accumulés en amont s'y opposeraient.

» Je saisis cette occasion pour faire remarquer, en outre, que le Rapport fait sur mon barrage mobile ne parle pas de l'un de ses accessoires les plus importants; je veux dire *l'écluse à grande ouverture* qu'il forme, de telle manière que les bateaux à la remonte le franchissent sans s'arrêter sous une chute de $1^m,30$ à $1^m,50$; néanmoins, j'ai fait manœuvrer *pendant* 20 *jours avec succès*, le modèle à grande échelle d'une telle écluse, entre les bassins de la pompe à feu de Chaillot, au même point où manœuvre le bateau-vanne susdit; et MM. les Commissaires ont vu fonctionner cette écluse qui constitue, pour mon barrage mobile, un complément tel, que les bateaux descendants ou montants peuvent y passer non-seulement sans s'arrêter, mais encore en gagnant de la vitesse par suite de la rapidité des manœuvres, qu'aucun autre système de barrage mobile connu ne peut ni atteindre ni même imiter. »

L'Académie renvoie à l'examen de la même Commission une Note de M. Chanony, sur un *Nouveau système de barrage mobile pour les cours d'eau.*

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur les températures de la mer Méditerranée; par* M. Aimé.

(Les Commissaires chargés de rendre compte des autres travaux du physicien d'Alger.)

Nous nous occuperons en détail de ce très-grand et important travail, dès que les Commissaires auront fait leur Rapport. Aujourd'hui nous nous contenterons de rapporter les principales conclusions :

« 1°. Près des côtes de la Méditerranée, la température à la surface de la mer est notablement plus haute qu'au large pendant le jour, et plus basse quelquefois pendant la nuit; près des côtes de l'Océan, la température à la surface de la mer est plus basse qu'au large;

» 2°. La température moyenne de l'année, à la surface, est à peu près égale à celle de l'air;

» 3°. La variation diurne de la température cesse d'être sensible à 16 ou 18 mètres, et la variation annuelle à 3 ou 400 mètres;

» 4°. Le matin, après une nuit sereine et calme, la température de la surface est plus froide que celle des couches situées à quelques mètres au-dessous;

» 5°. Les expériences connues jusqu'à présent, n'établissent pas que la température près du fond de la mer est aussi froide que celle indiquée par l'index à minima du thermométrographe ordinaire; j'ai proposé une méthode qui pourra décider la question;

» 6°. Là où j'ai observé, la température minimum des couches profondes de la Méditerranée est égale à la moyenne des températures de l'hiver à la surface. Il semble donc que cette froide température du fond n'est pas entretenue par l'entrée des eaux de l'Océan dans la Méditerranée, mais seulement par la précipitation des couches supérieures pendant l'hiver. »

M. **Pawlowicz** soumet au jugement de l'Académie un nouveau *pantographe* de son invention.

(Commissaires, MM. Mathieu, Laugier, Mauvais.)

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur la rotation des plans de polarisation dans les substances solides, et sur l'influence de la forme non sphérique des molécules; par* M. **Laurent**, capitaine du génie.

(Commissaires, MM. Arago, Cauchy, Binet.)

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur les mouvements infiniment petits d'une file rectiligne de sphéroïdes; par* le même.

(Commissaires, MM. Arago, Cauchy, Binet.)

Ces Mémoires étaient accompagnés de la Lettre suivante, adressée à M. Arago.

« Dans les Mémoires que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie, j'examine avec impartialité, du moins je le pense, les deux points de vue sous lesquels on peut envisager la rotation des plans de polarisation dans les substances solides.

» Les substances solides *actives*, dans lesquelles les mouvements vibratoires se propagent dans tous les sens suivant les mêmes lois, et qui, par conséquent, ne présentent aucune trace de double réfraction, ne peuvent polariser circulairement la lumière réfractée que *par réfraction*. Comme il résulte des considérations que je développe, que le pouvoir rotatoire des substances solides *non cristallisées* est nécessairement ou nul ou très-faible, c'est principalement vers les substances solides cristallisées dont la forme primitive est le cube, que les recherches à cet égard doivent être dirigées.

» Quant au quartz, je reconnais loyalement que la lumière réfractée parallèlement à l'axe optique peut être polarisée circulairement par une propriété particulière de la constitution moléculaire de ce cristal; mais dans ce cas les mouvements vibratoires s'éteignent nécessairement en se propageant. On remarquera, d'un autre côté, que cette nature de polarisation d'agrégation, si l'on peut s'exprimer ainsi, suppose nécessairement une valeur sensible à un certain coefficient; or j'avoue que je n'ai pas pu parvenir à constituer à priori un système de sphéroïdes qui conduisît à des équations du mouvement à coefficients constants dans lesquelles le coefficient particulier en question ne fût pas rigoureusement nul. Si effectivement il doit disparaître, en général, des équations du mouvement, la lumière réfractée par le quartz ne saurait être polarisée circulairement que par réfraction.

» La conséquence principale des considérations que je développe dans ces Mémoires, et que j'avais spécialement en vue lorsque j'ai abordé la question de la polarisation mobile, c'est que les équations des mouvements vibratoires des fluides ne peuvent être déduites des équations d'équilibre d'un système de molécules. Effectivement, s'il pouvait en être ainsi, les conséquences auxquelles j'arrive en ce qui concerne les corps solides non cristallisés seraient évidemment applicables aux fluides, ce qui serait en opposition directe avec les faits. C'est donc avec raison que Poisson a établi à cet égard une distinction marquée entre les solides et les fluides.

» Mais je ferai remarquer que la suite naturelle des idées conduit à une théorie des fluides qui diffère essentiellement, sous certains rapports, de celle donnée par le savant géomètre que je viens de citer, quoique présentant une certaine analogie avec celle-ci à d'autres égards. C'est pour cette raison que j'ai jugé indispensable de m'étayer des conséquences nécessaires qui me paraissent résulter des phénomènes de la polarisation chromatique dans le système des ondulations, avant d'aborder cette théorie. »

CORRESPONDANCE.

STATISTIQUE. — *Sur la révision que paraissent exiger les Tables de mortalité;* Lettre de M. le MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

« Monsieur le Secrétaire perpétuel, le Conseil général des hospices de Paris, en s'occupant de préparer un nouveau règlement pour l'institution Sainte-Périne, a reconnu que les Tables de capitaux pour les admissions à vie devaient être modifiées, et que, dans une circonstance aussi importante, il

était indispensable d'en appeler aux lumières de l'Académie des Sciences. Mon collègue, M. le Ministre de l'Intérieur, vient de m'écrire pour me prier de demander à cette compagnie savante qu'elle veuille bien examiner cette affaire et en donner son avis.

» Je ne puis qu'approuver les intentions du Conseil général des hospices, et je m'empresse, monsieur le Secrétaire perpétuel, de vous transmettre les pièces ci-jointes, au nombre de six, en vous engageant à les communiquer à MM. les membres de l'Académie des Sciences. Je vous prie de me renvoyer ces pièces et de me faire connaître, en même temps, l'opinion que cette illustre compagnie aura émise sur cette intéressante et utile question. »

Ces pièces sont renvoyées à l'examen d'une Commission composée de MM. Arago, Mathieu et Liouville.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet une Lettre de M. le *Ministre de l'Intérieur* qui annonce qu'on va exécuter, aux frais de son département, un buste en marbre de feu M. *Poisson*, destiné à l'Académie des Sciences.

NOUVELLE COMÈTE. — M. **de Vico**, directeur du Collége Romain, écrit à M. *Mauvais*, qu'il a découvert une comète dans le Verseau, le 22 août. Voici des positions approchées du nouvel astre (*) :

Rome, 22 août;	$14^h 54^m 12^s,6$.	Asc. droite... $23^h 26^m 50^s$.	Déclinaison. .. $23°19'$.	(A.)
23	$14^h 55^m 36^s,3$.	.... $23^h 30^m 40^s$.	.... $23°\ 1'$.	

PUITS ARTÉSIEN DE CALAIS. — Il résulte de l'examen auquel M. **Beudant** s'est livré, que la sonde se trouve maintenant dans le grès vert et non dans le grès houiller. Le grès vert, l'argile et le sable se sont offerts à Tours en diverses couches superposées. Si ce mode de formation existe près de Calais, le forage atteindra une couche aquifère pouvant produire une colonne jaillissante. Il résulte, en effet, et presque avec certitude, des sondes nautiques exécutées entre les côtes de France et d'Angleterre, que la formation de grès vert s'étend sans interruption, par-dessous la mer, d'un pays à l'autre.

Les trois Commissaires, MM. Arago, Beudant et Berthier, sont d'avis que le forage doit être continué. Il serait piquant que le puits de Calais fût alimenté par de l'eau venant d'Angleterre.

(*) La comète du P. de Vico a été observée à Paris. Nous donnerons les résultats de ces observations dans le prochain numéro du *Compte rendu*.

M. **Jomard** communique quelques détails sur la fête qui a eu lieu à Annecy, à l'occasion du monument élevé à la mémoire de *Berthollet*.

CHIMIE. — *Remarques à l'occasion d'une réclamation présentée à l'Académie par* M. Persoz, *dans sa séance du 26 août;* Lettre de M. **Aug. Laurent**.

« Jamais je ne me serais attendu, M. le Présideut, à recevoir une réclamation au sujet de a théorie que j'ai exposée dernièrement sur les acides amidés. La Lettre que M. Persoz vous a adressée, dans la dernière séance, est si singulière, que l'on pourrait croire, d'après ses citations, qu'il a voulu plutôt combattre mes idées qu'en réclamer la priorité.

» Ce n'est pas en extrayant une phrase d'un ouvrage élastique, que l'on peut saisir nettement la pensée de l'auteur. J'ai donc lu avec soin tout ce que M. Persoz a écrit relativement à l'action que l'ammoniaque exerce sur les acides anhydres, les chlorides, les fluorides, etc., et je puis affirmer que ses idées n'ont aucune analogie avec les miennes.

» Voici les seules lignes que j'aie trouvées sur ce sujet dans sa *Chimie moléculaire* (page 309) : « Lorsqu'on fait agir l'ammoniaque sur un oxacide » anhydre, il y a formation d'eau et combinaison du radical (simple ou » composé) avec H^4Az^2. Ce nouveau composé devient libre ou se combine » avec l'eau produite. »

» Il est évident que cette phrase veut dire que

L'acide. . . . . $R, O + H^6Az^2 = R(H^4Az^2) + H^2O$ qui se dégage.

L'acide sulfurique. . . $\ddot{S}, O + H^6Az^2 = \ddot{S}(H^4Az^2) + H^2O$ *qui ne se dégage pas.*

L'acide carbonique. . $\ddot{C}, O + H^6Az^2 = \ddot{C}(H^4Az^2) + H^2O$ *idem.*

» Quel rapport cela a-t-il avec ce que j'ai dit?

» Comment? M. Persoz a eu la même idée que moi, et il n'appelle pas d'une manière formelle l'attention des chimistes sur cette idée; il ne cherche pas à réunir tous les faits connus alors pour les discuter; il ne cite pas une seule fois le carbonate anhydre, le sulfite et le sulfate anhydres d'ammoniaque, pour nous indiquer comment il conçoit leur constitution! Il ne dit qu'un mot sur les chlorides, fluorides,... métalloïdiques, pour faire voir qu'ils peuvent se combiner avec l'ammoniaque, et former ainsi des composés qui ne passent à l'état d'amide que sous l'influence de la chaleur. (Page 308.)

» Je range dans une même classe le sulfammon et le sulfaméthane, l'oxam-

mon et l'oxométhane, le carbammon et l'uréthylane.... M. Persoz fait une réclamation par laquelle je parais avoir pris ses idées, et en même temps il combat ma manière de voir; il ne considère pas l'oxaméthane comme un oxamate d'éthyle.

» M. Persoz cite la phrase suivante :

« Lorsqu'on fait agir l'ammoniaque sur l'oxyde aurique, il y a production » de 1 équivalent d'eau et formation du composé $Au^2O^2 + H^4Az^2$. Ce » composé étant capable de faire fonction d'acide, s'unit à l'*ammoniaque*, » laquelle *base* entre pour 1 équivalent dans la nouvelle combinaison, et » constitue l'or fulminant. » (Page 451.)

» Si telle est la composition de l'or fulminant, je n'ai nullement à m'en occuper, puisque ce corps n'appartiendrait pas à la classe des composés dont j'ai essayé de donner la théorie. Il faudrait qu'il fût formé, comme le pense M. Figuier, de 1 équivalent d'acide aurique et de 2 équivalents d'ammoniaque *sans élimination d'eau*.

« Quant aux acides sulfamique et carbamique, dit M. Persoz, non-seulement j'en ai conçu l'existence avant M. Laurent, mais encore je suis parvenu à les isoler. En mai dernier, j'ai communiqué mes résultats à MM. Thenard et Dumas. »

» Je ne contesterai nullement à M. Persoz cette manière de prendre date; j'admets donc très-volontiers qu'il a découvert en *mai* ces deux acides. Tout ce que je puis dire, c'est que j'en suis enchanté; mais j'en avais annoncé l'existence depuis dix-huit mois, et ces acides se trouvent désignés sous les noms d'*amapalasique* et *amasulfurique*, dans un Mémoire que j'ai publié, il y a un an, dans la *Revue scientifique*.

» Rien ne me prouve, d'ailleurs, que même au mois de mai M. Persoz avait les mêmes idées que moi. MM. Jacquelain et Balard ont découvert, avant lui, un acide sulfamique et l'acide oxamique, et cependant ces messieurs ne viennent pas réclamer la théorie qui enchaîne tous ces faits.

» En résumé, M. Persoz a publié, en 1839, des idées sur la combinaison de quelques anhydrides avec l'ammoniaque, et elles n'ont aucun rapport avec les miennes.

» Il y a dix-huit mois, j'ai envoyé ma théorie à l'Académie;

» Il y a un an, je l'ai fait insérer dans la *Revue scientifique*, et j'ai annoncé l'existence des acides sulfamique et carbamique;

» Il y a deux ans, j'ai découvert l'acide isamique;

» Il y a deux ans, j'ai annoncé l'existence des chloranilamates;

» MM. Balard et Jacquelain ont ensuite découvert les acides sulfamique et oxamique;

» Il y a six mois, j'ai découvert l'acide chlorisamique;

» Il y a quatre mois, M. Persoz a découvert les acides sulfamique et carbamique;

» Il y a trois semaines, j'ai prouvé l'existence des chloranilamates;

» M. Persoz aurait pu faire sa réclamation il y a dix-huit mois, lorsque je n'avais aucun fait à l'appui de ma théorie; mais alors cette théorie paraissait absurde: aujourd'hui c'est autre chose. »

CHIMIE. — *Recherches sur la cire des abeilles; par* M. CHARLES GERHARDT.

« J'ai eu l'honneur de communiquer l'année dernière à l'Académie quelques observations sur les produits de l'action de l'acide nitrique sur la cire, et, à cette occasion, j'ai proposé d'adopter pour ce corps et pour l'acide stéarique les formules suivantes :

$C^{19}H^{38}O$, cérine de la cire des abeilles;
$C^{19}H^{38}O^2$, acide stéarique (*);
$C^{19}(H^{37}K)O^2$, stéarate de potasse.

Mes expériences sur la distillation sèche de la cire viennent entièrement à l'appui de ces formules. J'ai observé en général les phénomènes qui ont déjà été indiqués par M. Ettling. Il se condense dans le récipient une matière solide, blanche et granulée, noyée dans un liquide huileux, et pendant toute la durée de l'opération, il se développe un mélange gazeux d'acide carbonique et d'hydrogène bicarboné. Les parties condensées se composent d'un acide gras, d'un hydrogène carboné solide et de plusieurs hydrogènes carbonés liquides.

» L'acide gras fond exactement à 60 degrés et est identique avec l'*acide margarique*, $C^{17}H^{34}O^2$, ainsi que l'analyse le démontre.

» L'hydrogène carboné solide, ainsi que M. Ettling l'a démontré, est de la *paraffine*. Ce corps, que je considère comme un homologue du gaz des marais, renferme, suivant les analyses de M. Lewy, $C^{20}H^{42}$ ou $C^{24}H^{50}$. S'il s'agit de donner la préférence à l'une ou à l'autre de ces deux formules, on peut, je crois, se baser sur le point d'ébullition de la paraffine, qui est près

(*) $C = 75$, $H = 6,25$. D'après l'ancienne notation ($C = 37,5$), ces formules seraient $C^{76}H^{76}O^2$ et $C^{76}H^{76}O^4$.

de 400 degrés. J'ai indiqué, dans mon *Précis*, comment on peut contrôler les formules des hydrogènes carbonés à l'aide de leur point d'ébullition. Or, la formule $C^{24}H^{50}$ correspond à 402 degrés, tandis que $C^{20}H^{42}$ correspond à 320 degrés; il n'y a pas à hésiter, ce me semble. Au reste, suivant la formule $C^{24}H^{50}$, la paraffine serait pour la cérose $C^{24}H^{50}O$, considérée comme un alcool, ce que le gaz des marais est pour l'esprit-de-bois.

» Quant aux hydrogènes carbonés huileux, ils sont isomères et homologues du gaz oléfiant; j'ai fait une expérience comparative en distillant du suif, et j'ai obtenu les mêmes hydrogènes carbonés. Le nombre et l'équivalent de ces hydrogènes carbonés varient suivant la température où l'on opère; j'en ai eu entre les mains dont le point d'ébullition variait entre 180 et 240 degrés (1); mais, je le répète, leur composition centésimale était toujours la même. Ils se comportent tous de la même manière sous l'influence du chlore, en fixant directement cet élément sans substitution, comme le fait le gaz oléfiant quand il se convertit en liqueur des Hollandais. C'est là d'ailleurs un point sur lequel je me propose de revenir dans un travail sur les homologues du gaz oléfiant.

» Rien n'est plus aisé maintenant que de se rendre compte de la formation de ces produits, si l'on prend pour base la formule que j'ai proposée pour la cire.

» Le premier produit, l'acide margarique, présente entre le carbone et l'hydrogène le même rapport 1 : 2 que la cire; mais comme cet acide contient 2 équivalents d'oxygène, tandis que la cire n'en renferme qu'un seul, il est évident qu'il faut au moins 2 équivalents de cire pour produire 1 équivalent d'acide margarique. Or,

$$2C^{19}H^{38}O = C^{17}H^{34}O^2 + C^{21}H^{42}.$$

Comme il passe aussi de l'acide carbonique, on remarque que la quantité d'hydrogène contenue dans la cire et correspondant au carbone de cet acide, devra devenir libre ou se fixer autre part, c'est-à-dire qu'on devra aussi obtenir, dans la distillation de la cire, un corps où il y aura *plus* d'hydrogène qu'il n'en correspond au rapport 1 : 2; ce corps est représenté par la paraffine. On a donc

$$2C^{19}H^{38}O = CO^2 + C^{24}H^{50} + C^{13}H^{26}.$$

Pour chaque équivalent d'acide carbonique, il se développe donc 1 équiva-

(1) M. Ettling en avait eu un qui bouillait déjà à 137 degrés.

lent de paraffine. En définitive, on a

$$\underbrace{4C^{19}H^{38}O}_{\text{Cire.}} = \underbrace{C^{17}H^{34}O^{2}}_{\text{Ac. margarique.}} + CO^{2} + \underbrace{C^{24}H^{50}}_{\text{Paraffine.}} + \underbrace{C^{34}H^{68}}_{\text{Hyd. bicarbonés.}}$$

$C^{34}H^{68}$ est représenté dans la réaction par une série d'hydrogènes bicarbonés homologues. L'expérience fournit tous ces produits sensiblement dans les rapports indiqués par l'équation précédente.

» On voit donc que la cire des abeilles donne par la distillation sèche, comme par l'action de l'acide nitrique, des produits dont la nature et la composition sont entièrement identiques avec ceux que l'acide stéarique et les corps gras ordinaires fournissent dans de semblables circonstances. »

CHIMIE. — *Identité chimique de l'essence d'estragon et de l'essence d'anis; par* M. CHARLES GERHARDT.

« Il y a deux ans, je suis parvenu à établir l'identité des acides anisique et draconique, et conséquemment aussi de leurs dérivés, acides nitranisique et nitrodraconésique, anisole et dracole, etc. Cette identité m'avait conduit, à la même époque, à reprendre l'analyse de l'essence d'estragon; mes expériences m'ont donné exactement la composition de l'essence d'anis concrète.

» J'avais hésité à admettre l'identité des deux essences, comme principes chimiques, avant d'avoir des preuves plus concluantes, basées sur les réactions de ces substances. Aujourd'hui, il ne me reste plus de doute à cet égard.

» L'essence d'estragon donne, à froid, avec l'acide sulfurique et avec les chlorures, la substance soluble isomère de l'essence d'anis, et qui est connue sous le nom d'*anisoïne*.

» Distillée avec du chlorure de zinc, l'essence d'estragon donne un nouvel isomère, mais liquide, capable de se dissoudre dans l'acide sulfurique, et de produire des sels copulés. J'ai obtenu exactement le même composé avec l'essence d'anis; il est impossible de reconnaître, à l'odeur, laquelle des deux essences a servi à le préparer; de part et d'autre, mêmes propriétés, même composition $C^{10}H^{12}O$.

» D'après cela, l'identité chimique de ces deux huiles essentielles me paraît avérée. Je m'ocupe, en ce moment, de l'étude de l'isomère liquide et de ses dérivés. »

PHOTOGRAPHIE. — M. Arago a mis sous les yeux de l'Académie de très-belles épreuves sur métal, exécutées à Lyon par M. *Thierry*, et une nom-

breuse collection d'épreuves sur papier provenant des procédés de M. Fox Talbot. Les épreuves sur papier ont été faites à Edimburgh par les soins de MM. Adamson et Hill, et à l'aide d'une chambre noire exécutée sous la direction immédiate de sir David Brewster. En adressant ces épreuves à M. Arago par l'intermédiaire de M. Christie, professeur de dessin à l'Institut royal d'Edimburgh, M. Ary Scheffer les qualifiait de *merveilleuses*.

M. **Serres** présente à l'Académie cinq portraits représentant deux naturels de l'Amérique du Sud (Botocudes), et pris au daguerréotype par le procédé de M. Thiesson. Il fait remarquer la netteté de ces épreuves, ainsi que l'exactitude avec laquelle sont reproduits les caractères qui distinguent cette variété humaine.

M. Serres ajoute qu'une collection des diverses races humaines, reproduites par ce procédé, serait du plus grand intérêt pour l'histoire naturelle de l'homme.

M. **Zamboni** adresse une réclamation de priorité relative à une Note de M. *Dujardin*, de Lille, sur certains phénomènes d'induction. Cette Note a été insérée par extrait dans les *Annales de Chimie et de Physique*, numéro de mai 1844; mais, dès l'année 1833, M. Zamboni avait observé, au moyen d'un instrument qu'il désigne sous le nom d'*électroscope dynamique universel*, des phénomènes semblables, et il en avait fait l'objet d'un Mémoire publié dans les *Annales des Sciences du royaume Lombardo-Vénitien*, n° 5, page 293. Le mode d'expérimentation du physicien de Vérone diffère de celui de M. Dujardin, mais il serait difficile d'en donner une idée nette sans le secours d'une figure.

MM. **Harmois** frères écrivent à l'occasion d'une communication déjà ancienne de M. *Hallette*, sur un mode d'occlusion qu'il a imaginé pour le tube pneumatique des chemins de fer à pression atmosphérique (*voir* le *Compte rendu*, t. XVIII, séance du 5 février 1844, p. 226). Dans ce système, comme on le sait, la fermeture du tube à sa partie supérieure résulte de la juxtaposition de deux boyaux gonflés d'air; M. Hallette pensait que des boyaux en toile, tels que ceux dont on se sert pour l'arrosage des jardins, pourraient être appliqués très-convenablement à cet usage au moyen d'une préparation qui les rendrait suffisamment imperméables à l'air. MM. Harmois frères croient que l'enduit s'écaillerait promptement, et rejettent, pour cette raison, les tuyaux en tissus qu'ils proposent de remplacer par des boyaux en cuir; ces derniers,

à la vérité, coûteraient plus de premier achat; mais comme ils dureraient bien davantage, il résulterait en définitive de cette substitution, une économie notable. Ce n'est pas, au reste, le seul changement que proposent les auteurs de la Lettre; ils se sont préoccupés de la difficulté qu'on aurait à prévenir absolument la fuite de l'air sur tous les points d'un long boyau, et ils ont voulu éviter cette difficulté en se servant pour gonfler les tuyaux, non plus d'un fluide élastique, mais d'un liquide gras, d'huile de morue, par exemple, ou d'huile de baleine, dont le suintement très-lent aurait encore l'avantage d'entretenir la souplesse du cuir. Ils croient, comme M. Hallette, qu'il serait nécessaire de renforcer, au moyen d'une bande de cuir, les deux boyaux contigus dans la partie qui est exposée au frottement de la tige rigide par laquelle le convoi est uni au piston, et ils proposent de fixer cette bande au moyen d'une suture avec de la corde à boyau, l'expérience leur ayant fait reconnaître que ces coutures sont d'une solidité bien supérieure à celles dans lesquelles on fait usage de fil.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer atmosphériques.)

M. **Delarue** adresse le tableau des *observations météorologiques* qu'il a faites à Dijon pendant le mois de mai 1844.

M. **Bories**, pharmacien de la Marine, attaché à l'hôpital de Saint-Louis (Sénégal), offre à l'Académie ses services pour les observations qu'elle jugerait utile de faire faire dans ce pays; il annonce qu'il s'est déjà occupé de constater les propriétés thérapeutiques attribuées par les indigènes à un certain nombre de plantes et d'en isoler les principes actifs; la plupart de celles qui ont été jusqu'à présent l'objet de ses recherches se trouvent décrites dans la *Flore de la Sénégambie* de MM. Perrottet et Leprieur; cependant la matière médicale des Marabouts comprend encore quelques végétaux que ces deux botanistes n'ont pas eu l'occasion d'observer, et dont M. Bories a recueilli des échantillons.

Habitant un pays rarement visité par les naturalistes, et dont l'insalubrité bien connue éloigne sans doute la plupart des personnes qui pourraient l'explorer avec fruit, M. Bories tâchera de mettre à profit le séjour qu'il y doit faire, et ainsi il ne bornera pas ses investigations au règne végétal, mais il s'occupera encore du règne animal et du règne minéral, bien que ses études antérieures ne l'aient pas préparé autant qu'il le souhaiterait aujourd'hui à ce genre de recherches. Si l'Académie croyait convenable de lui donner à cet égard quelques indications, il s'empresserait de s'y conformer.

M. **Paul Godefroy** présente le modèle d'un piston *articulé*, dont il croit qu'on pourrait faire un utile emploi dans la *navigation par la vapeur*.

M. **Cliet** demande l'autorisation de reprendre un Mémoire qu'il a présenté sur un appareil qu'il désigne sous le nom de *métrotherme*, et un modèle de cet instrument qu'il a adressé en même temps. L'un des Commissaires, sans émettre aucune opinion défavorable au travail de M. Cliet, a exposé à ce médecin que le Rapport ne pourrait pas être fait prochainement.

M. Cliet sera autorisé à reprendre ses pièces.

M. **Herpain** adresse une Note relative à un système de *Cosmogonie* qui lui est propre.

La séance est levée à 5 heures. A.

ERRATA.

(Séance du 19 août 1844.)

Rapport verbal sur un ouvrage relatif au percement de l'île de Téhuantepec, page 397, ligne 3, « le point de partage étant à 360 mètres au-dessus du niveau de la mer, » *lisez* « étant à 200 mètres. »

(Séance du 26 août 1844.)

Page 440, substituez, au lieu du paragraphe qui commence à la ligne 23, la rédaction suivante :

« M. **Boquillon** demande que la Note de M. *Christofle* relative aux fraudes commises à » l'aide des procédés électrotypiques, soit renvoyée à la Commission qui a été chargée de » l'examen d'une Note dans laquelle M. *Boquillon* s'est occupé des mêmes fraudes, et des » moyens de les prévenir. »

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences ; 2e semestre 1844; n° 9; in-4°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; août 1844; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine ; août 1844; in-8°.

Fragment sur les Cartes géographiques; par M. JOMARD; broch. in-8°.

Carte des sondes de la Manche, faites en 1840 *et* 1841 *par le bâtiment à vapeur* le Flambeau, *commandé par* M. LE SAULNIER DE VAUHELLO; publiée par ordre du Roi; 1844; 1re, 2e et 3e feuill.

Recherches sur l'opération du Strabisme; par M. LUCIEN BOYER; 2e Mémoire; broch. in-8°.

Traité de Manipulation chimique. — Description raisonnée de toutes les opérations chimiques et des appareils dont elles nécessitent l'emploi, avec planches gravées et figures intercalées dans le texte; par M. A. BOBIERRE; 1844; in-8°.

Exposé des Travaux de la Société des Sciences médicales de la Moselle; 1843. Metz, 1844; in-8°.

De la Plique polonaise dans l'état actuel de la science; par M. SZOKALSKI; broch. in-8°. Paris, 1844.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire; nos 4 et 5; in-8°.

Fours aérothermes à cuire le pain; broch. in-12.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; tome V, 52e livr.; in-8°.

Revue zoologique de la Société cuviérienne sous la direction de M. GUÉRIN-MÉNEVILLE; n° 8; in-8°.

Annales de Thérapeutique médicale et chirurgicale, et de Toxicologie; septembre 1844; in-4°.

La Clinique vétérinaire; septembre 1844; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; septembre 1844; in-8°.

Encyclographie médicale; août 1844; in-8°.

Le Technologiste; septembre 1844; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; août 1844; in-8°.

Coloration de l'Acide arsénieux, vulgairement Arsenic, ou Nouveau moyen de prévenir les empoisonnements à l'aide de ce toxique; présenté au Gouvernement par M. GRIMAUD AINÉ, de Poitiers, en 1838. Tableau; $\frac{1}{4}$ de feuille.

Bibliothèque universelle de Genève; juin 1844; in-8°.

Archives de l'Électricité. — Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève; tome IV, n° 14; in-8°.

Recherches microscopiques sur le Système nerveux; par M. A. HANNOVER; avec 7 planches. Copenhague, 1844; in-4°.

Bulletin du Musée de l'Industrie; par M. JOBARD AINÉ, année 1844, 2e livr. Bruxelles, in-8°.

The Journal... *Journal de la Société royale géographique de Londres;* vol. XIV, part. Ire. Londres, 1844; in-8°.

General index... *Table générale des 10 premiers volumes de la même publication, rédigée par* M. JACKSON, secrétaire de la Société. Londres, 1844; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 35; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 100 à 102; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 17 et 18.

L'Expérience; n° 374; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 SEPTEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE MATHÉMATIQUE. — *Note sur quelques points d'optique mathématique;* *par* M. BIOT.

« Le second volume de la troisième édition de mon *Traité d'Astronomie* devant paraître dans peu de jours, je demande la permission de faire connaître à l'Académie diverses applications d'une nouvelle théorie mathématique des instruments d'optique qui s'y trouve renfermée.

» Le problème que cette théorie résout, consiste à déterminer, par des formules générales et explicites, le mouvement des rayons lumineux à travers un nombre quelconque de surfaces sphériques, réfringentes ou réfléchissantes, qui sont centrées sur un même axe, et séparées par des milieux à réfraction simple, de nature quelconque, lorsque les inflexions des rayons sur l'axe central sont très-petites. Cet énoncé comprend toutes les conditions auxquelles les instruments d'optique sont assujettis, dans les parties centrales du champ qu'ils embrassent, où leur perfection est la plus essentielle; et les formules explicites auxquelles je suis parvenu, servent à les établir directement par de

simples substitutions de nombres, pour chaque constitution donnée de l'instrument que l'on veut considérer.

» Dans mon premier volume, j'avais présenté ces formules dans toute leur généralité, et j'en avais tiré les conditions communes à toutes les classes d'instruments. Mais j'avais annoncé que, dans l'application spéciale aux systèmes purement dioptriques, elles devenaient susceptibles d'une contraction qui, en leur laissant la même forme, rendait leur emploi numérique beaucoup plus simple. Il me restait donc à prouver la vérité de cette assertion, et à en développer les conséquences.

» Pour cela, reprenant les formules générales que j'avais établies, je restreins les systèmes auxquels je les applique à être composés d'un nombre quelconque de lentilles sphériques, centrées sur un même axe, et environnées d'un même milieu ambiant, à réfraction simple. Le retour périodique de chaque rayon à une même vitesse, de deux en deux surfaces, permet alors de contracter les formules générales de manière qu'elles se réduisent à un nombre de termes moitié moindre, pour un nombre total pareil de surfaces assemblées. Sous cette nouvelle forme, tous les effets d'un système dioptrique quelconque se trouvent encore uniquement dépendre de quatre coefficients principaux, liés entre eux par une équation de condition. Je ramène ces quatre coefficients, dans le cas général comme dans le cas contracté, à dériver d'un seul d'entre eux par un simple procédé de différentiation; et j'expose ensuite une règle analytique générale, par laquelle on forme directement ce coefficient dont les trois autres dérivent. La marche des rayons dans un système optique quelconque se trouve ainsi complétement déterminée par les expressions explicites des quatre coefficients principaux, où il n'y a plus que des nombres à substituer pour chaque système de constitution assignée. J'ai rassemblé ces résultats, relatifs aux systèmes purement dioptriques, dans un tableau qui exprime explicitement tous leurs effets, et dans lequel on peut introduire immédiatement toutes les conditions particulières auxquelles on veut les assujettir. Ce tableau est annexé à la page 25 de mon ouvrage.

» Je profite d'abord de ces expressions pour développer les conditions qui établiraient l'achromatisme rigoureux dans un objectif astronomique à deux lentilles. Comme on ne saurait les remplir complétement sans avoir à redouter une complication excessive, j'analyse, d'après leur forme explicite, leurs effets physiques, pour distinguer les plus influents, et connaître le degré d'approximation avec lequel il suffit d'y satisfaire. On voit alors, en premier lieu, qu'il y a beaucoup de danger à laisser entre les deux lentilles de crown et de flint un

intervalle intérieur sensible, ce que les considérations physiques faisaient facilement pressentir. De sorte qu'il convient de rendre cet intervalle nul, ou presque nul, comme le faisait toujours Fraunhofer. Lorsque cette restriction est opérée, on découvre la possibilité d'établir, entre les rayons des courbures, certaines relations qui, en laissant encore une très-grande liberté de choix pour la fixation de leurs valeurs, ont pour effet de rendre l'achromatisme stable quand on l'aura établi approximativement; c'est-à-dire qu'il se conservera sensiblement exact pour l'œil, quand même, dans l'exécution pratique, ou s'écarterait quelque peu des valeurs précises que ces relations supposent aux rayons des courbures. Cette remarque faite, je combine les conditions de l'achromatisme approximatif avec celles qui détruisent le premier terme de l'aberration de sphéricité, pour former l'équation finale qui les compense simultanément; et comme elle laisse encore disponible le rapport des rayons de courbure des deux surfaces qui se regardent, j'en extrais les valeurs réelles de ce rapport qui se rapprochent le plus possible des relations précédemment trouvées pour la stabilité de la compensation. Je trouve ainsi qu'il est restreint dans des limites extrêmement étroites, depuis l'égalité des deux rayons qui mettrait la surface postérieure du crown en contact avec l'antérieure du flint, jusqu'à une très-petite différence de longueur, qui écarterait tant soit peu les bords des deux surfaces. Les combinaisons comprises entre ces deux limites sont donc les seules qu'il convient de choisir, et elles paraissent devoir être à peu près équivalentes pour la bonté des effets, quand on se borne ainsi à éteindre le premier terme des deux aberrations. Toutes donnent le flint concave à l'intérieur et convexe extérieurement. C'est précisément la configuration que Fraunhofer avait adoptée, et qu'il a toujours combinée avec la nullité de l'intervalle des deux lentilles. Mais l'accord de la théorie analytique avec les combinaisons pratiques de ce grand artiste s'aperçoit bien plus intime encore quand on le suit jusqu'aux nombres. Car, en partant des mêmes données physiques qu'il avait employées pour la construction d'un objectif de ce genre, dont il a lui-même indiqué numériquement toutes les particularités, non-seulement il s'est trouvé compris dans les limites de relations assignées plus haut pour la stabilité de l'achromatisme; mais, en adoptant la proportion d'inégalité que Fraunhofer avait établie entre les rayons des surfaces qui se regardent, les rayons des quatre courbures calculés par mes formules ont été numériquement presque identiques avec les siens. On peut donc espérer qu'en suivant la marche que j'indique, on obtiendra directement, et à coup sûr, dans tous les cas semblables, les combi-

naisons de courbures sphériques qui s'appliqueront avec le plus d'avantage aux données physiques assignées pour l'exécution.

» L'objectif étant ainsi complétement calculé, il faut pouvoir vérifier, par un calcul exact, si, en effet, les aberrations de sphéricité et d'achromatisme y sont suffisamment détruites, avec les combinaisons adoptées d'épaisseurs et de courbures pour la grandeur d'ouverture efficace qu'on veut lui donner. J'expose pour cela une méthode de calcul trigonométrique par laquelle on obtient rigoureusement les valeurs de ces aberrations, dans les divers sens où elles s'exercent; et comme l'équation de condition qui en détruit les parties les plus sensibles admet encore une légère inégalité dans les rayons des surfaces qui se regardent, on peut, en faisant varier ces éléments par une gradation lente, reconnaître le sens ainsi que la grandeur des modifications qu'il faut y faire, pour rendre les valeurs finales des aberrations insensibles, ou du moins aussi petites qu'elles peuvent le devenir. Par ces corrections définitives, on devra obtenir, des courbures sphériques, tout ce qu'elles pourront donner de meilleurs effets.

» Après avoir développé cette importante application, je reprends les formules générales propres aux systèmes dioptriques, et je les emploie pour établir la théorie des oculaires appliqués aux objectifs achromatisés. Je les limite au cas usuel où les lentilles constituantes de ces appareils sont faites avec des verres de même nature; et j'en déduis les règles exactes de leur construction ainsi que toutes les particularités de leurs effets. J'applique ensuite les mêmes formules à l'analyse des lunettes de nuit employées comme chercheurs, à celle des lunettes de jour ou longues-vues, qui font voir les objets droits, et j'en déduis les meilleures conditions de leur construction. Je les emploie enfin à la discussion de l'héliomètre, devenu célèbre de nos jours par l'usage que M. Bessel a fait de celui qui a été construit par Fraunhofer pour l'observatoire de Kœnigsberg. J'en déduis l'expression rigoureuse de ses effets, ainsi que les modifications qu'ils doivent subir sous l'influence de températures diverses, considération essentielle pour apprécier le degré de justesse des mesures excessivement délicates qu'il est destiné à fournir. J'expose alors, concurremment, le procédé de duplication que M. Arago a imaginé pour mesurer les petits angles visuels célestes, et je le présente avec les derniers perfectionnements qu'il y a récemment apportés.

» Je ne me dissimule pas qu'un exposé aussi étendu de la théorie des instruments optiques pourra paraître trop en dehors d'un traité spécial d'astronomie pour que je dusse l'y insérer. Mais j'ai été contraint à cette nécessité

lorsque, voulant présenter une analyse succincte, mais exacte, des effets de ces instruments, et des principes d'après lesquels on peut les régler, les rectifier, et apprécier leurs qualités ou leurs défauts, je me suis aperçu qu'après tant de travaux mathématiques faits sur ce sujet par les plus habiles géomètres, on ne possédait pas encore, même dans le cas des inflexions très-petites, une méthode analytique qui présentât les effets définitifs des systèmes optiques sphériques, sous une forme générale et explicite, où il n'y eût à substituer que des nombres pour en apprécier les résultats. De sorte qu'on était réduit à établir, pour chaque instrument, une discussion particulière, fondée sur des simplifications spéciales, dont, le plus souvent, on ne pouvait apprécier le degré d'exactitude, encore moins justifier la nécessité. Les seuls pas qu'on eût faits jusqu'à présent vers ce but, et qui, sans l'avoir complétement atteint, faisaient du moins pressentir la possibilité d'y parvenir, c'étaient, je crois, les beaux théorèmes de Côtes, quelques inductions généralisées d'Euler, et surtout l'indication remarquable que Lagrange avait donnée de l'emploi des différences finies, pour exprimer généralement les dérivations des effets produits par les surfaces successives. En suivant la voie que cet esprit lumineux avait ouverte, et la conduisant peut-être plus pratiquement, à travers les sinuosités des circonstances physiques, dont les particularités étaient étrangères à son génie, je suis parvenu à reconnaître, comme je l'ai dit plus haut, que, dans le cas des inflexions très-petites qu'il avait traité, et qui est le seul accessible, tous les effets des instruments d'optique quelconques résultent de trois coefficients indépendants, ayant chacun une signification physiquement saisissable, et pouvant être dérivés par la simple différentiation d'un seul d'entre eux, dont j'ai obtenu l'expression générale sous une forme explicite. Alors tous les détails propres à chaque instrument se sont présentés comme des déductions de cette forme générale, avec tant de simplicité et d'évidence que je n'ai pu me défendre de les présenter ainsi. Les géomètres qui voudront bien jeter les yeux sur la table des matières, où j'énumère la série des questions que cette méthode m'a servi à résoudre, m'excuseront peut-être de l'avoir exposée dans un ouvrage qui en nécessitait du moins les résultats.

» Ayant ainsi établi les détails des instruments d'optique dont l'astronomie fait un continuel usage, j'explique les autres appareils de précision qui ne lui sont pas moins nécessaires, tels que les procédés qui servent à subdiviser les dimensions de l'étendue, les niveaux et les fils-à-plomb qui servent à régler l'horizontalité ou la verticalité des axes de rotation et des plans des limbes divisés, les horloges mécaniques qui servent à mesurer le temps. Ayant décrit les principes de ces appareils, et leur application pour régler les instru-

ments divisés, fixes ou mobiles, dont l'astronomie fait usage, je les fais concourir dans l'étude du mouvement diurne du ciel, dont je démontre l'exacte circularité, et l'uniformité, par des observations rigoureusement calculées. J'arrive ainsi à substituer ce mouvement aux horloges mécaniques, comme donnant une unité bien plus parfaite du temps et de ses subdivisions. Pour aller plus loin, en suivant le plan de déduction logique que je me suis prescrit, il aurait fallu aborder de nouvelles questions qui auraient donné trop d'étendue à ce volume, et je les ai rejetées dans le suivant. Alors, pour compléter celui-ci par des résultats dont les notions préparatoires s'y trouvaient déjà comprises, j'y ai joint, comme addition, l'exposé de la mesure du pendule à secondes par le procédé de Borda, et la discussion des expériences faites, tant par ce procédé que par les pendules de comparaison, pour déterminer la loi suivant laquelle la pesanteur varie sur toute l'étendue du sphéroïde terrestre.

» J'ai effectué seul les nombreux calculs numériques qui se trouvent rapportés dans ce volume et dans le précédent. Quoique je les aie faits avec soin, et la plupart plusieurs fois, je ne puis répondre qu'il ne me soit pas échappé des fautes de détail. Mais le lecteur attentif, qui devra n'y voir que des exemples, trouvera lui-même sur sa route l'occasion de les corriger. Je devais redouter davantage les fautes qui auraient pu m'échapper dans les formules analytiques, à cause de l'influence générale qu'elles auraient pu avoir sur les applications. Mais une personne très-versée dans l'analyse, et très-habile à découvrir les erreurs des expressions qu'elle emploie, M. Yvon Villarceau, a bien voulu revoir attentivement les formules que ce volume renferme, et m'indiquer les inexactitudes que l'impression y avait laissées. J'ai fait rectifier celles qui étaient réparables, et qui auraient pu faire le plus aisément illusion. J'ai indiqué dans un *erratum* celles des autres, qui, malgré leur évidence, pourraient arrêter un moment le lecteur, priant instamment qu'on veuille bien prendre soin de les corriger avant de lire l'ouvrage, surtout avant d'en faire des applications. »

ASTRONOMIE. — *Éléments paraboliques de la comète découverte à Rome le 22 août 1844; par* M. **Goujon**.

Passage au périhélie 1844, septembre............		1,932866
Log. de la distance périhélie..	0,1053231	$q = 1,274450$
Longitude du périhélie.......	342°44′38″,6	
Longitude du nœud ascendant.	63°52′24″,4	
Inclinaison.................	4° 2′42″,0	
Sens du mouvement.........	Direct.	

« Ces éléments ont été calculés sur trois observations méridiennes des 2, 3, 4 septembre; ils représentent l'observation moyenne à $-7'',2$ en longitude et à $+5'',0$ en latitude. L'observation méridienne du 7 septembre est représentée à $+0'',3$ en longitude et à $+29'',6$ en latitude.

» MM. **Laugier** et **Mauvais**, en se servant des mêmes observations, après les avoir corrigées de l'aberration et de la parallaxe, sont arrivés, de leur côté, aux résultats suivants, qui indiquent une assez grande analogie avec la comète de 1585 :

		Comète de 1585, observée par Tycho et calculée par Halley.	
Passage 1844, septembre.	1,8915	1585, octobre 7.........	$19^h 30^m$
Distance périhélie.......	1,27433	Distance...............	1,09358
Longitude du périhélie...	342°43′14″	Longitude du périhélie....	368°51′ 0″
Longitude du nœud.....	63°57′30″	Longitude du nœud......	37°42′30″
Inclinaison............	4° 2′27″	Inclinaison............	6° 4′ 0″
Sens du mouvement.....	Direct.	Sens du mouvement......	Direct.

La comète a un noyau fort brillant qui soutend un angle de 20″ environ. La nébulosité de 5′ ou 6′ de diamètre est en forme d'éventail.

La comète égalait Jupiter en grandeur; mais elle avait moins d'éclat : sa lumière était terne; on pouvait la comparer à la nébuleuse de l'Écrevisse; elle n'avait ni barbe ni queue.

» Ils ont aussi remarqué quelque ressemblance entre les éléments de la comète actuelle et ceux des comètes de 1678, de 1743 et de 1770. »

M. **Arago** annonce la perte que vient de faire l'Académie dans la personne de M. **Baily**, un de ses correspondants pour la Section d'Astronomie, décédé le 30 août 1844.

M. **Flourens** présente un exemplaire de la deuxième édition du *Traité de la Mécanique des Corps solides et du Calcul de l'effet des machines*, par feu M. **Coriolis**.

M. *Peclet*, beau-frère de l'auteur, fait hommage de cet ouvrage à l'Académie.

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. **Walckenaer**, une Carte des Gaules à l'époque de la chute de l'empire romain en Occident (*voir* au *Bulletin bibliographique*). Cette carte est destinée à servir de complément à l'atlas de l'ouvrage intitulé : *Géographie ancienne, historique et comparée, des Gaules cisalpine et transalpine*, ouvrage que M. Walckenaer a fait paraître en 1839.

MÉMOIRES LUS.

ÉLECTRICITÉ ANIMALE. — *Rapport entre le sens du courant électrique et les contractions musculaires dues à ce courant; par* MM. LONGET *et* CH. MATTEUCCI. (Extrait.)

« Les physiciens ont étudié, jusqu'à présent, l'action du courant électrique, à *direction différente*, spécialement sur les nerfs lombaires et sciatiques des animaux, c'est-à-dire sur des cordons nerveux qu'on appelle *mixtes*, parce qu'ils sont composés de filets dont les uns conduisent les impressions, et les autres, le principe de la contraction musculaire.

» Cette étude a démontré que si, dans une première période, des contractions surviennent dans les muscles inférieurs, en fermant comme en ouvrant le circuit, quelle que soit la direction du courant, il apparaît bientôt une autre période persistante, dans laquelle les contractions n'ont plus lieu qu'*au commencement du courant direct, et à l'interruption du courant inverse*.

» Telle est l'unique loi générale, admise aujourd'hui, sur la relation du sens des courants électriques avec les contractions musculaires qu'ils excitent en passant dans les nerfs des animaux vivants ou récemment tués.

» Nous avons voulu savoir si cette loi, établie par des expériences exécutées seulement sur des nerfs mixtes, serait applicable ou non à des parties du système nerveux dont l'action n'est que centrifuge ou exclusivement motrice; c'est assez dire que nos recherches ont dû être d'abord dirigées sur les racines spinales antérieures et sur les faisceaux correspondants de la moelle épinière.

» Dans ces recherches, il importe beaucoup de soumettre toujours la même racine antérieure au même courant; d'employer celui-ci d'abord tellement faible qu'il donne à peine lieu à des contractions; de ne pas s'arrêter aux premiers phénomènes qui, à cause de la trop grande excitabilité de la racine, ne sont jamais bien nets, mais de continuer l'usage du même courant jusqu'à ce qu'un effet durable et constant apparaisse; d'isoler surtout la pile (1) avec le plus grand soin : sans cette dernière précaution, il serait im-

(1) La pile à auges est, dans ce cas, la plus commode, parce qu'elle permet de varier le nombre de couples autant de fois qu'on le veut pendant la durée de chaque expérience.

possible de connaître la direction du courant dans le nerf, et les résultats seraient équivoques.

» La racine spinale antérieure a été soumise aux courants galvaniques *direct et inverse*, dans les quatre conditions suivantes : la racine antérieure et la postérieure correspondante étant intactes; l'une et l'autre divisées; la postérieure intacte et l'antérieure divisée; la postérieure divisée et l'antérieure intacte.

» Dans tous ces cas, les contractions du muscle, ou des muscles animés par la racine antérieure sur laquelle on agit, se manifestent d'abord confusément au commencement et à la fin du courant, quelle que soit sa direction; mais, après un certain temps (un peu plus long si la racine antérieure adhère encore à la moelle), les effets deviennent nets et durables : les contractions n'ont plus lieu qu'*au commencement du courant inverse et à l'interruption du courant direct*.

» Cette complète opposition, avec ce qu'on observe sur les nerfs mixtes (le sciatique, par exemple, ou le nerf rachidien pris immédiatement au-dessous du ganglion intervertébral), nous a engagés à répéter les expériences un grand nombre de fois sur divers animaux : leurs résultats, constatés chez le cheval, le chien, le lapin et la grenouille, ont été invariables.

» Mais, pour les reproduire avec certitude, chez la grenouille, il est indispensable (à cause du peu de longueur des racines, de l'extrême facilité avec laquelle l'excitation galvanique se transmet au delà du ganglion intervertébral, et par conséquent au nerf rachidien mixte), de prendre certaines précautions qui, quoique bien simples, ne se sont révélées à nous qu'après des essais longtemps réitérés. Après avoir séparé la moelle de l'encéphale, et ouvert le rachis du côté de la cavité abdominale, on glisse des languettes de taffetas vernis au-dessous des racines lombaires antérieures laissées adhérentes à une suffisante longueur de la moelle épinière; puis, ayant coupé tous les nerfs lombaires du côté opposé à celui de l'expérience, on applique l'extrémité d'un réophore sur la partie antérieure de la moelle, et l'extrémité de l'autre sur un point de la racine antérieure assez rapproché de cet organe. Dans ce cas, les effets se manifestent bientôt d'une manière aussi tranchée que chez le chien, c'est-à-dire que les contractions du membre abdominal ne s'observent que dans deux cas, au commencement du courant inverse et à l'interruption du courant direct. Mais si, appliquant les deux réophores sur la racine antérieure elle-même, vous vous rapprochez du ganglion intervertébral, et que l'excitation soit transmise au nerf mixte situé immédiatement au-dessous de ce ganglion, vous verrez les phé-

nomènes se renverser, et apparaître tels qu'ils ont lieu avec les nerfs qui n'ont pas, comme les racines antérieures, une action exclusivement centrifuge.

» Un fait digne de remarque, c'est qu'en continuant à faire passer un courant dans les racines antérieures divisées (chez le cheval, le chien, etc.), on voit les contractions musculaires, excitées par le courant inverse qui commence, persister beaucoup plus longtemps que celles dues au courant direct qui cesse.

» Nos expériences sur les faisceaux blancs antérieurs de la moelle épinière, exécutées sur des chiens, des lapins, des grenouilles et sur une couleuvre à collier (*Coluber natrix*), nous ont démontré que ces faisceaux se comportent avec les courants *direct* et *inverse* à la manière des racines antérieures, nouvelle preuve de la mission exclusivement motrice de la partie blanche antérieure de la moelle.

» En résumé, l'influence du courant électrique diffère totalement quand elle s'exerce sur les nerfs exclusivement moteurs dont l'action n'est que centrifuge, ou sur les nerfs mixtes dont l'action est à la fois centrifuge et centripète. Les premiers excitent les contractions musculaires seulement au commencement du courant inverse, et à l'interruption du courant direct; tandis que les seconds ne les font apparaître qu'au commencement du courant direct et à l'interruption du courant inverse. Cette action différente et remarquable des courants électriques sur les nerfs seulement moteurs ou à la fois moteurs et sensitifs, nous paraît devoir fournir un moyen sûr pour distinguer ces nerfs les uns des autres, et pouvoir servir par conséquent à élucider une question qui divise encore aujourd'hui les physiologistes, celle de savoir s'il existe ou non des nerfs mixtes dès leur origine.

» Quelques physiologistes allemands ayant regardé récemment la substance grise de la moelle épinière comme indispensable à la transmission des impressions et du principe des mouvements volontaires, nous croyons devoir déclarer, en terminant cette Note, que, chez le chien, nous l'avons constamment trouvée insensible et inapte à provoquer des secousses convulsives, sous l'influence de l'électricité et des irritants mécaniques; que sa destruction dans une longueur aussi grande que possible, à l'aide d'un stylet, n'a aucunement modifié la sensibilité des faisceaux médullaires postérieurs ou l'excitabilité des antérieurs.

» Ajoutons enfin que, toute *action reflexe* ayant disparu dans le bout caudal de la moelle divisée, chez le chien, la stimulation des faisceaux postérieurs n'a jamais donné lieu à la moindre contraction musculaire, quel que fût d'ailleurs le sens du courant électrique. Il en est de même des racines

postérieures après qu'on les a séparées de la moelle. Au contraire, quand elles adhèrent encore à cet organe, que le courant soit inverse ou direct, *c'est toujours en fermant le circuit* qu'elles provoquent des secousses convulsives qui d'ailleurs ne sont dues évidemment qu'à une action reflexe sur les racines antérieures, puisque la section de ces dernières fait cesser à l'instant même toute contraction. »

CHIMIE. — *Mémoire sur les produits de la distillation sèche du sang-dragon; par* MM. **A. Glénard** *et* **Ch. Boudault.**

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Pelouze.)

« Le sang-dragon, soumis à l'action de la chaleur dans une cornue, se fond d'abord, et jusqu'à 210 degrés n'abandonne que de l'eau, qui rougit le papier de tournesol et qui contient de l'esprit pyroacétique et un peu d'acide benzoïque. Au-dessus de cette température, la résine se boursoufle et entre en décomposition. Il se dégage de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone; de l'eau continue à se former, d'épaisses vapeurs blanches se manifestent, et un liquide oléagineux rouge-noirâtre se recueille dans le récipient. Il reste dans la cornue un charbon léger, brillant et irisé qui représente environ 40 pour 100 du poids de la résine employée.

» Le liquide oléagineux que l'on obtient ainsi est un mélange de produits divers appartenant aux différentes phases de la décomposition de la résine. Nous en avons extrait deux carbures d'hydrogène que nous avons nommés *dracyle* et *draconyle*, de l'acide benzoïque, et un composé liquide qui donne de l'acide benzoïque quand on le traite par la potasse. Nous allons décrire ces différents corps dans l'ordre où la distillation les présente.

I. — *Dracyle.*

» Si l'on prend l'huile brute colorée, dont nous venons de parler, qu'on la distille de nouveau en élevant graduellement la température, et qu'on sépare tout ce qui passe au-dessous de 180 degrés, on obtient un liquide plus léger que l'eau, plus ou moins coloré, qui renferme tout le dracyle et tout le draconyle. En le distillant une ou deux fois avec de l'eau, il devient tout à fait incolore. Pour en extraire le dracyle, il faut distiller le mélange plusieurs fois seul à la plus basse température possible, sans jamais atteindre l'ébullition. Le draconyle, qui est fixe, reste en grande partie dans la cornue. Cependant, comme il est très-soluble dans la vapeur de dracyle, celui-ci en retient toujours une petite quantité dont on ne peut le débarrasser par la simple dis-

tillation; il faut le distiller sur des fragments de potasse ou bien le faire bouillir quelques instants sur des fragments de potasse et distiller après. En renouvelant cette opération plusieurs fois, on obtient le dracyle pur.

» En cet état, il se présente avec les caractères suivants : c'est un liquide incolore, très-fluide, d'une odeur éthérée, semblable à celle de la benzine, d'une saveur brûlante; il est plus léger que l'eau; sa densité est de 0,864 à 23 degrés; il est très-volatil, et s'évapore complétement à l'air libre; il se maintient en pleine ébullition à 106 degrés; un froid de — 20 degrés ne lui fait subir aucun changement; il réfracte fortement la lumière; il est insoluble dans l'eau, mais lui communique son odeur; soluble dans l'alcool, l'éther, les huiles grasses et essentielles; il brûle avec une flamme fuligineuse.

» Analysé avec l'oxyde de cuivre, il a fourni les résultats suivants :

» I. $0^{gr},3585$ de matière ont donné $0^{gr},283$ d'eau et $1^{gr},200$ d'acide carbonique.

» II. $0^{gr},360$ de matière ont donné $0^{gr},285$ d'eau et $1^{gr},205$ d'acide carbonique.

» III. $0^{gr},408$ de matière ont donné $0^{gr},323$ d'eau et $1^{gr},365$ d'acide carbonique.

» Ce qui fait en centièmes :

	I.	II.	III.
C =	91,28	91,27	91,23
H =	8,76	8,78	8,79

» Ces nombres conduisent à la formule $C^{14}H^{8}$, qui donnerait en centièmes :

C = 91,30
H = 8,70

Densité de vapeur.

Température de la balance.	23°
Pression barométrique.	760^{mm}
Température de la vapeur.	180°
Volume du ballon	$351^{c.c.}$
Poids de la vapeur.	$0^{gr},899$
Poids d'un litre de vapeur.	4 ,244
Densité rapportée à l'air.	3 ,264

» En calculant d'après la formule $C^{14}H^{8}$ et en supposant que les éléments soient condensés en 4 volumes, on trouve que la densité serait égale à 3,246, ce qui s'accorde bien avec la densité expérimentale 3,264 et avec la formule adoptée ci-dessus.

» Le potassium est sans action sur le dracyle; l'air et l'oxygène ne l'altèrent point, même à chaud. Il absorbe le chlore avec dégagement de chaleur. Il n'absorbe pas l'acide chlorhydrique. L'acide sulfurique ordinaire a peu d'action sur lui, mais l'acide sulfurique de Nordhausen le dissout en le colorant. L'acide nitrique ordinaire ne l'attaque pas à froid, et difficilement à chaud; mais l'acide nitrique fumant réagit très-énergiquement, même à froid.

» L'action de l'*acide nitrique fumant* sur le dracyle donne lieu à des phénomènes remarquables, d'où résultent des produits qui diffèrent entre eux suivant les proportions d'acide que l'on emploie, et suivant la température à laquelle la réaction s'effectue. Le premier de ces produits est le *nitrodracyle* qui s'obtient de la manière suivante. On verse goutte à goutte de l'acide nitrique fumant dans du dracyle, en ayant soin d'empêcher le mélange de s'échauffer. Le dracyle se colore et se dissout dans l'acide en prenant une forte odeur d'essence d'amande amère; il ne se dégage ni vapeurs rutilantes ni acide carbonique. Lorsque le dracyle est complétement dissous, on cesse d'ajouter de l'acide nitrique, et l'on traite la dissolution par une grande quantité d'eau. L'acide nitrique en excès se dissout, et le nitrodracyle se sépare sous forme d'un liquide rouge qui tombe au fond de l'eau. On le lave à grande eau jusqu'à ce qu'il ne soit plus acide, et on le purifie par une distillation à l'eau. Ainsi obtenu, le nitrodracyle est un liquide plus lourd que l'eau, d'une couleur ambrée; il a l'odeur d'essence d'amande amère et de nitrobenzine; il a, comme cette dernière, une saveur très-sucrée; il est insoluble dans l'eau, mais lui communique son odeur; soluble dans l'alcool et l'éther; soluble dans la potasse, d'où il est précipité par un acide. Il brûle avec une flamme fuligineuse en répandant une odeur de benjoin. Traité par la potasse, à l'aide de la chaleur, il donne de l'ammoniaque, et, de plus, de l'hydrogène, comme l'essence d'amande amère. Le nitrodracyle est altérable par la chaleur; soumis à la distillation, il laisse toujours un résidu, et le produit distillé ne possède plus la même composition. En effet, nous avons analysé du nitrodracyle qui avait été distillé plusieurs fois, et nous avons trouvé chaque fois des différences notables dans les proportions relatives de carbone et d'azote; chaque distillation avait pour effet d'augmenter le carbone et de diminuer l'azote. Il ne faut donc pas distiller à feu nu le nitrodracyle, pour le purifier; il suffit de le distiller à l'eau et de le sécher ensuite sur du chlorure de calcium qu'il ne dissout pas d'ailleurs.

» L'analyse de ce corps, purifié comme il vient d'être dit, donne la

formule

$$C^{14} H^7 Az O^4.$$

» Le nitrodracyle serait donc le dracyle $C^{14} H^8$, dans lequel 1 équivalent d'hydrogène a été remplacé par 1 équivalent d'acide hypoazotique; ce qui est indiqué par l'équation suivante :

$$C^{14} H^8 + Az O^5 = C^{14} H^7 Az O^4 + H O.$$

» La composition du nitrodracyle justifie le choix que nous avons fait de la formule $C^{14} H^8$ pour représenter 1 équivalent de dracyle. En effet, elle représente, d'une part, 4 volumes de vapeur, et, d'une autre part, c'est cette quantité qui, en perdant 1 équivalent d'hydrogène, gagne 1 équivalent d'acide hypoazotique.

» Lorsqu'on traite le dracyle par une grande quantité d'acide nitrique fumant, et qu'on chauffe le mélange, une réaction très-vive se manifeste, d'où résulte un dégagement abondant d'acide carbonique et de vapeurs rutilantes. Si l'on distille le mélange jusqu'à ce qu'il ne reste plus que le quart environ du liquide total, on obtient, par refroidissement, une masse cristalline qui, reprise par l'eau bouillante, lui abandonne un corps acide cristallisable, en même temps que du nitrodracyle se sépare et tombe au fond de la liqueur. Toutes les fois qu'on fait ainsi réagir de grandes quantités d'acide nitrique sur le dracyle, on donne lieu à cette réaction complexe qui fournit, d'une part, de l'acide carbonique et des vapeurs rutilantes, et, de l'autre part, du nitrodracyle et l'acide que nous avons nommé *acide nitrodracylique*. Aussi, comme l'analyse le démontrera, cet acide sort-il de la série dracylique par sa composition.

» L'acide nitrodracylique obtenu ainsi n'est pas pur; il est imprégné d'une certaine quantité de nitrodracyle qui lui communique son odeur et l'empêche de cristalliser. On l'en débarrasse par plusieurs cristallisations dans l'eau.

» A l'état pur, on le reconnaît aux caractères suivants : il est blanc, brillant, cristallisé en petites aiguilles prismatiques fines, groupées en étoiles et très-légères. Il est presque insoluble dans l'eau froide; l'eau bouillante ne le dissout qu'en petite quantité; à + 70 degrés il commence à cristalliser, et à + 60 la majeure partie est déjà déposée. Il est très-soluble dans l'alcool; chauffé sur une lame de platine, il se volatilise en répandant une odeur forte et pénétrante, laissant un résidu charbonneux à peine sensible; il se sublime en aiguilles fines, légères et brillantes.

» Avec les bases, l'acide nitrodracylique se comporte comme un acide faible; il déplace l'acide carbonique; il est précipité de ces dissolutions salines par tous les acides puissants; si la décomposition a lieu dans les liqueurs concentrées, l'acide précipité se prend en une masse blanche, amorphe.

» L'acide nitrodracylique, soumis à l'analyse, conduit à la formule

$$C^{16} H^{6} O^{4} Az O^{4}.$$

» En comparant le poids atomique fourni par cette formule avec celui que donne la capacité de saturation de cet acide, il est facile de voir que la formule que nous adoptons est la plus probable.

» En effet, 0gr,3935 de sel de plomb cristallisé et parfaitement desséché ont donné 0,206 de sulfate de plomb tout à fait blanc qui représente 0,1515 d'oxyde de plomb et 0,242 d'acide sec, d'où l'on tire l'équivalent de l'acide = 2227. L'équivalent théorique serait 2252. Ces deux nombres sont peu différents l'un de l'autre.

» D'ailleurs, quelque changement que l'on veuille faire subir à la formule adoptée, soit pour l'azote, soit pour l'oxygène, comme nous l'avons essayé, on arrive toujours à des résultats dans lesquels l'expérience et la théorie s'éloignent tellement, que l'on revient nécessairement à la formule indiquée $C^{14} H^{6} O^{4} Az O^{4}$.

» En rapprochant l'acide nitrodracylique du carbure d'hydrogène $C^{14} H^{8}$ qui lui a donné naissance, on voit que cet acide sort de la série dracylique. Le dégagement abondant d'acide carbonique, la production du nitrodracyle qui accompagnent constamment la formation de ce corps, nous rendent compte jusqu'à un certain point de ce fait, mais ne nous permettent pas de saisir nettement le lien qui rattache l'acide nitrodracylique au dracyle.

II. — *Draconyle.*

» Nous avons dit qu'en distillant jusqu'à 180 degrés le produit brut de la décomposition du sang-dragón, on obtenait un liquide qui contenait deux carbures d'hydrogène, le dracyle et le draconyle; nous allons maintenant faire connaître ce dernier corps. Lorsqu'on a distillé le mélange de ces deux substances au-dessous de son point d'ébullition, et que, par conséquent, la plus grande partie du dracyle a été enlevée, il reste dans la cornue un liquide visqueux qui est le draconyle maintenu en dissolution par une petite quantité de dracyle. Pour séparer ces deux corps, on verse le mélange dans l'alcool qui dissout le dracyle, et le draconyle, qui est insoluble dans le véhicule, se précipite sous l'apparence d'une résine incolore et molle comme la térében-

thine; on le lave plusieurs fois avec de l'alcool, puis on l'expose dans l'étuve à une température de 150 degrés, afin de le débarrasser de toutes les substances volatiles qu'il pourrait retenir, en ayant soin de le remuer souvent pour faciliter l'évaporation.

» Le draconyle, d'abord mou au moment où on le précipite, devient tout à fait solide à mesure qu'il devient pur. Il est parfaitement blanc; mais, pour qu'il soit ainsi, il faut que le mélange de dracyle et de draconyle ait été distillé plusieurs fois à l'eau, et que la séparation en ait été faite presque aussitôt après. Car, si ces deux corps séparés sont inaltérables, il n'en est plus de même lorsqu'ils sont réunis. Leur mélange s'altère rapidement, même dans des flacons bien bouchés, et cette altération se manifeste par une coloration d'abord jaune, qui rougit et se fonce de plus en plus. Le draconyle qu'on retirerait d'un pareil produit serait fortement coloré. A l'état pur, le draconyle est solide, incolore, d'un aspect brillant et nacré; il brûle avec une flamme fuligineuse. Insoluble dans l'eau, dans l'alcool, l'éther, la potasse, il se dissout dans les huiles grasses et essentielles à l'aide de la chaleur, et s'en dépose par le refroidissement.

» La composition du draconyle correspond à celle d'un hydrogène carboné dans lequel, pour 1 équivalent d'hydrogène = 12,5, il y aurait 2 équivalents de carbone = 150. En effet, en calculant la composition en centièmes d'après la formule C^2H, on trouve

Calculé.	Analyse.
C = 92,30	C = 92,33
H = 7,70	H = 7,93

Le draconyle serait donc isomère avec le quadricarbure de Faraday C^8H^4, avec le benzène $C^{12}H^6$, le cinnamène $C^{16}H^8$. Nous n'avons pu en déterminer l'équivalent au moyen de la densité de vapeur, ce corps n'étant pas volatil. Mais l'étude de la combinaison qu'il forme avec l'acide nitrique nous a conduits à lui assigner la formule $C^{14}H^7$.

» Le draconyle, bien que présentant la composition d'un hydrogène carboné, ne possède pas l'ensemble de caractères généraux qui distinguent cette série de corps. Il n'est point volatil; toutefois, il peut distiller à la faveur d'un autre hydrogène carboné.

» L'acide sulfurique froid n'a pas d'action sur ce corps; mais à chaud, il le dissout en le charbonnant et en dégageant de l'acide sulfureux. L'acide chlorhydrique liquide n'a pas d'action. L'acide nitrique ordinaire ne l'attaque pas non plus.

» En chauffant le draconyle dans l'acide nitrique fumant, il se dissout en dégageant des vapeurs rutilantes. La dissolution traitée par l'eau précipite un corps blanc caillebotté que nous désignons sous le nom de *nitrodraconyle*. On le lave à grande eau pour enlever l'excès d'acide, et on le dessèche. C'est un corps d'un aspect jaunâtre et pulvérulent, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, insoluble dans la potasse et les acides. Il fuse sur les charbons ardents et répand, en brûlant, une odeur d'amande amère.

» En formulant sur ces données fournies par l'analyse, on trouve la composition $C^{14}H^{6}AzO^{4}$ qui indique que le draconyle, étant $C^{14}H^{7}$, perd 1 équivalent d'hydrogène, et prend à la place 1 équivalent d'acide hypoazotique.

» Le nitrodraconyle parait être le seul produit de la réaction de l'acide nitrique sur le draconyle. Au moins ce corps résiste-t-il pendant des heures entières à l'acide le plus concentré, même alors qu'on fait intervenir une chaleur élevée.

» Sous l'influence de la chaleur, le draconyle présente un nouveau cas de changement d'état isomérique. En effet, si l'on en chauffe quelques fragments dans un petit tube fermé aux deux extrémités, ils ne tardent pas à se transformer en un liquide volatil, jaunâtre, sans laisser de résidu apparent, et sans aucun dégagement gazeux. Cependant, quand on en distille une quantité un peu considérable à sec dans une cornue, la transformation n'est pas si nette; on trouve toujours un résidu, très-faible à la vérité, qui tient sans doute à l'inégale répartition de la chaleur dans la masse, et le produit liquide contient, dans tous les cas, plusieurs corps. En distillant une seconde fois ce produit, on obtient un nouveau carbure d'hydrogène qui a la même composition que le draconyle. Il est liquide, plus léger que l'eau, d'une odeur forte tout à fait différente de celle du dracyle; il bout à 140 degrés comme le cinnamène, et il possède la même composition, ce qui nous fait supposer qu'il pourrait bien être identique avec ce dernier corps. En effet, à l'analyse nous avons trouvé 92,3 de charbon et 7,8 d'hydrogène. Nous regrettons de n'en avoir pas eu une assez grande quantité pour l'étudier plus complétement.

III. — *Derniers produits de la distillation sèche du sang-dragon.*

» Nous connaissons maintenant les produits que fournit l'huile brute du sang-dragon jusqu'à la température de 180 degrés; il nous reste à parler de ceux qui distillent à une température plus élevée. En continuant la distilla-

tion jusqu'à ce qu'il ne reste plus que du charbon dans la cornue, on obtient un liquide plus lourd que l'eau, d'une odeur forte et repoussante, et d'une couleur jaune qui ne tarde pas à passer au rouge, et finit par devenir tout à fait noire. Ce liquide est un mélange d'acide benzoïque et d'une huile oxygénée. En le faisant digérer avec de la craie en suspension dans l'eau, il se forme un sel de chaux qui, traité par l'acide chlorhydrique, précipite abondamment un acide cristallisable auquel nous avons reconnu toutes les propriétés physiques et toutes les réactions de l'acide benzoïque. On le débarrasse ainsi de la plus grande quantité d'acide benzoïque qu'il contenait, et l'on achève de le purifier par plusieurs distillations. C'est alors un liquide incolore assez fluide, d'une odeur forte, plus lourd que l'eau, insoluble dans l'eau; soluble dans l'alcool et l'éther; il est très-altérable à l'air. Il bout vers 200 degrés. Ce corps est remarquable en ce que, sous l'influence de la potasse, il se change en deux autres corps, dont l'un est de l'acide benzoïque, et l'autre un composé liquide particulier. Cette réaction nous porterait à le considérer comme une sorte d'éther qui se déferait sous l'influence d'une base puissante.

» Ce composé paraît analogue à celui que M. Deville a obtenu dans la distillation sèche du baume de Tolu, et qu'il considère comme de l'éther benzoïque. Cependant l'analyse que nous en avons faite ne nous permet pas, jusqu'à présent, de le considérer ainsi. Nous lui avons trouvé environ 6 pour 100 de carbone de plus que n'en indique la composition de l'éther benzoïque. Ce serait donc une substance particulière qui mériterait d'être étudiée avec soin; mais la petite quantité de matière que nous avons obtenue ne nous a pas permis d'entreprendre cette étude.

» En résumé, la distillation sèche du sang-dragon fournit de l'eau, de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, deux hydrogènes carbonés, le dracyle et le draconyle, de l'acide benzoïque, de l'acétone, et une huile oxygénée capable de donner de l'acide benzoïque sous l'influence de la potasse. Le dracyle est un carbure d'hydrogène $C^{14}H^{8}$ qui, sous l'influence de l'acide nitrique fumant, donne lieu au composé $C^{14}H^{7}AzO^{4}$, et qui dans une autre phase de la réaction produit l'acide nitrodracylique $C^{14}H^{6}O^{4}AzO^{4}$. Le draconyle est une espèce de caoutchouc artificiel qui éprouve une transformation analogue sous l'influence du même acide, avec cette différence que la réaction s'arrête au premier terme.

» Qu'il nous soit permis, en terminant, d'adresser nos remercîments très-sincères à M. Pelouze, notre savant maître, dont les conseils bienveillants nous ont guidés si souvent à travers les difficultés de ce travail. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Addition à une Note précédente sur un nouveau mode de propulsion pour les navires, au moyen de l'explosion de mélanges gazeux détonants; par* M. Selligue.

(Commission précédemment nommée.)

« Je vous prie de porter à la connaissance de l'Académie la rectification que je dois faire à ma Lettre du 2 juin dernier, à cause de la remarque que j'ai faite que les divers mélanges du gaz hydrogène auxquels se trouve ajoutée la quantité d'air atmosphérique nécessaire pour les rendre explosibles perdent, par la pression, leur pouvoir détonant, ainsi que j'ai eu l'honneur de vous l'exprimer, le 27 août dernier, lorsque j'ai fait fonctionner mes appareils d'expérience devant vous et M. Boutron, et ensuite devant MM. Dumas et Gambey.

» La rectification consiste en ce que j'ai exprimé, dans ma Lettre du 2 juin, une des trois manières que j'avais décrites dans ma spécification du 24 mai 1843, laquelle je n'avais pas été à même d'expérimenter et que je croyais infaillible à cette époque. Croyant que la pression ne devait avoir aucune influence sur la faculté détonante des gaz lorsqu'ils étaient en proportion convenable, j'ai donc dit que la partie supérieure des récipients d'explosion devait être, à bord des vaisseaux, à la hauteur de la flottaison; et dans ce cas il faudrait, après que l'eau aurait rempli toute la capacité du récipient d'explosion, introduire l'air et le gaz dedans, ce qui donnerait un huitième d'atmosphère de pression et empêcherait l'explosion d'avoir lieu : le niveau de l'eau ne doit donc, dans le récipient d'explosion, monter qu'à une hauteur telle qu'il reste une capacité libre pour l'air et le gaz.

» En faisant fonctionner mes divers appareils d'essai, j'avais bien reconnu que dans certaines conditions il y avait des anomalies. Je les avais attribuées en premier lieu à l'azote resté; mais je n'ai pas tardé à m'apercevoir que ce n'était pas là la seule cause. Je n'avais, en 1843, effectué convenablement de détonations que dans un appareil où elles ont lieu régulièrement, où toutes les fonctions se font en temps utile : dans cet appareil le tube de détonation a une soupape à sa partie inférieure qui laisse, après chaque explosion, remonter l'eau au niveau de celle du bassin dans lequel le récipient d'ex-

plosion est placé. Ce niveau d'eau laisse dans le tube l'air nécessaire, et il n'y a à y introduire que le gaz. A cet effet le robinet d'explosion a un robinet à fleur d'eau et un à sa partie supérieure qui s'ouvrent immédiatement après l'explosion et se ferment ensemble avant l'introduction du gaz. Dans ce cas, le gaz donnerait une pression égale à un huitième d'atmosphère, si la soupape du bas fermait hermétiquement; mais le contraire a lieu, et alors l'eau s'équilibre dans le récipient et le bassin, de manière à ce que la pression ne soit que dans le rapport de $1^{m},600$ de surface du bassin à 78 centimètres de surface du récipient, ce qui ne fait plus que 5 millimètres de pression au lieu de 95, et alors les explosions ne manquent jamais.

» Pour m'assurer des effets que la pression pouvait produire, j'ai fait fermer hermétiquement la soupape inférieure, et je l'ai remplacée par un robinet; je n'ai pu faire de détonations que très-difficilement et après avoir plusieurs fois fait fonctionner le robinet d'inflammation du gaz, ce qui à chaque fois diminuait la pression de toute la capacité de ce robinet. Comme mon récipient d'explosion a la forme d'un siphon à branches égales, j'ai fait allonger la branche opposée à celle qui contient le gaz, de manière à pouvoir y mettre de l'eau pour donner jusqu'à un tiers d'atmosphère de pression. Voici les résultats que j'ai obtenus, en me servant, pour l'inflammation du gaz, de mon robinet d'inflammation qui laisse échapper à son centre un jet de gaz enflammé qui vient darder dans le récipient d'explosion quand je veux déterminer la détonation.

» (Tous les gaz ci-dessous ont été mélangés en proportion convenable avec l'air atmosphérique, pour être rendus le plus détonants possible.)

» 1°. Le gaz de houille, selon les proportions de sa composition, détone plus difficilement que les autres. Ainsi il ne détone pas régulièrement depuis la pression de 8 à 12 centimètres de mercure; à 19 centimètres je n'ai pu le faire détoner.

» 2°. En ajoutant au gaz de houille moitié d'hydrogène pur, il faut ajouter à la pression ci-dessus 2 centimètres de pression de plus, pour avoir les mêmes résultats.

» 3°. Le gaz obtenu de la décomposition de l'eau est composé comme suit: 66 centièmes d'hydrogène, 28 centièmes de gaz oxyde de carbone et 6 centièmes d'acide carbonique. Pour avoir les mêmes résultats que ci-dessus, il faut ajouter encore 2 centimètres de pression de plus qu'au n° 2; en sorte que c'est 12 à 16 centimètres de pression qu'il faut pour rendre les détonations incertaines, et 24 centimètres pour n'avoir point d'explosion.

» 4°. Le gaz hydrogène pur est le plus explosible, mais ne détone plus à 50 centimètres de pression.

» Je pense qu'en mettant le gaz oxyhydrogène à une pression d'une atmosphère, il ne conserverait pas sa propriété détonante; mais je n'en ai pas fait l'expérience.

» Je me propose de répéter toutes ces expériences en faisant détoner le gaz par l'étincelle électrique. Je crois que le résultat sera le même, car vous avez vu, monsieur, que mon robinet d'inflammation ne manque pas de fonctionner avec sûreté.

» J'ai cru devoir vous signaler ce fait de la non-inflammation du gaz par la pression, que j'ai observé et qu'il n'est pas venu à ma connaissance que personne avant moi ait remarqué ou fait connaître. Dans le cas où d'autres personnes auraient fait des expériences de ce genre avant moi, mon observation servira toujours à la confirmation du même fait dont l'importance ne vous a pas échappé. »

CHIMIE. — *Extrait d'une Lettre de* M. **Péligot**, *en réponse à la réclamation de priorité, élevée par* M. Baudrimont, *à l'occasion de sa théorie de la fabrication de l'acide sulfurique.*

(Renvoi à la Commission chargée de faire le Rapport sur le Mémoire de M. Péligot.)

« . . . . Si M. Baudrimont avait connu mon Mémoire, tel que je l'ai lu, il n'aurait sans doute pas fait cette réclamation : il s'attribue, en effet, *le fond de cette théorie,* comme l'ayant publiée, *il y a un an,* dans le premier volume de son *Traité de Chimie,* et il cite un passage de ce livre dans lequel il établit, par des raisons judicieuses, qu'il y a lieu de penser que la formation de l'acide azotique précède toujours celle de l'acide sulfurique.

» Or, mon Mémoire, que M. Baudrimont ne connaît que par l'extrait qui se trouve dans les *Comptes rendus,* commence ainsi : « Je me propose de » faire conaître à l'Académie quelques expériences entreprises dans le but » de confirmer une théorie de la fabrication de l'acide sulfurique *que je* » *donne dans mes cours depuis quelques années,* et à laquelle j'ai été con- » duit par mes recherches sur l'acide hypoazotique. . . . »

» Il m'est facile de fournir la preuve de cette assertion. Je joins à cette Lettre quelques feuilles lithographiées du programme détaillé du cours de chimie générale que j'ai fait à l'École centrale des Arts et Manufactures, pendant l'année scolaire 1841 — 1842; ce programme est distribué aux élèves

au fur et à mesure des leçons; sa date est donc certaine. On y lit, pages 33 et 34 :

« *Cristaux des chambres de plomb, leur formation*, etc. — Ces cristaux
» ne paraissent pas indispensables à la production de l'acide sulfurique dans
» les chambres de plomb.

» Comme les acides azoteux et hypoazotique sont décomposés par l'eau et
» l'air, de manière à produire constamment de l'acide azotique, la fabrica-
» tion de l'acide sulfurique repose sur l'oxydation de l'acide sulfureux au
» moyen de l'acide azotique, reproduit à chaque instant de l'opération. »

» Cette théorie est identique avec celle qui se trouve consignée dans mon travail; je ne l'ai pas fait connaître plus tôt à l'Académie, parce que je voulais lui donner une sanction expérimentale dont je n'ai pu m'occuper que dans ces derniers temps.

» Je ne connaissais pas d'ailleurs les opinions exprimées par M. Baudrimont sur ce même sujet.

» J'ajouterai que j'ai indiqué cette théorie à plusieurs fabricants et à plusieurs chimistes; je l'ai communiquée notamment à M. Payen qui la donne depuis plusieurs années, en me l'attribuant, dans ses cours du Conservatoire et de l'École centrale.

» Il est donc bien évident que la réclamation de priorité, faite par M. Baudrimont, n'est pas fondée.

» Ce chimiste établit, dans la suite de sa Note, que ses opinions diffèrent sensiblement des miennes « lorsqu'il s'agit d'expliquer la suite des réactions
» par lesquelles se forme réellement le sulfate hydrique et se reproduit l'a-
» zotate hydrique. »

» Malgré la discussion à laquelle il se livre sur ces réactions, je persiste à croire que la théorie que j'ai communiquée à l'Académie repose sur des faits précis et bien observés. M. Baudrimont pense le contraire, et il admet une autre théorie. C'est aux chimistes qu'il appartient de prononcer entre nous. »

M. Cambacérès soumet au jugement de l'Académie un *Mémoire sur l'application des acides gras à l'éclairage.*

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Payen.)

M. Mathieu adresse une *Note sur l'oxyde de zinc,* produit qu'il obtient, dit-il, à un état de pureté fort supérieur à celui des oxydes que fournit le

commerce, au moyen d'un procédé beaucoup moins coûteux. Il insiste sur l'importance de l'économie qui doit résulter de l'emploi de son procédé, en faisant remarquer que l'oxyde de zinc paraît destiné à remplacer, avant peu, le blanc de plomb dans beaucoup d'applications, et avec d'autant plus d'avantage, qu'il ne compromet pas la santé des ouvriers employés à le préparer.

(Commissaires, MM. Chevreul, Pelouze, Rayer.)

M. **Gouezel** adresse un Mémoire ayant pour titre : *Nouveau moyen de déterminer la latitude d'une manière simple et précise.*

M. Laugier est invité à prendre connaissance de ce Mémoire, et à faire savoir à l'Académie s'il est de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

M. **Rabet** présente un *Tableau synoptique d'une nouvelle méthode de lecture destinée à corriger les vices de la prononciation, à guérir le bégayement,* etc.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour l'examen de diverses méthodes de traitement du bégayement, Commission à laquelle est adjoint M. Pariset.)

Les membres de la Commission chargée de faire un Rapport sur le *système de chemins de fer* de M. **de Jouffroy** demandent que deux autres membres leur soient adjoints.

MM. *Binet* et *Cauchy* sont désignés à cet effet.

Une Commission, composée de MM. Poncelet, Piobert et Séguier, est chargée de faire un Rapport sur le *piston articulé* présenté par M. **Godefroy** dans la précédente séance.

CORRESPONDANCE.

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie une *image de Möser,* adressée par M. **Ch. Chevalier**. Cette image s'est formée à la face postérieure d'une glace qui avait recouvert pendant six ans un portrait peint au pastel. La glace a conservé sa transparence dans les parties correspondant aux ombres, et est comme ternie, dans les parties correspondant aux clairs, par un enduit

blanchâtre d'une grande ténuité. Comme dans un pastel le verre protecteur est nécessairement maintenu à une certaine distance de la peinture, la couche dont il vient d'être parlé ne peut évidemment être due à un contact, ce que l'on pourrait supposer être le cas pour certaines images formées devant des gravures au burin.

M. **Arago** présente, au nom de M. **Berres**, de Vienne, deux épreuves de *gravures faites sur images photographiques*. Des deux images qui ont été soumises à l'action des acides, l'une était une vue prise directement sur nature, l'autre la reproduction d'une gravure sur cuivre : cette dernière a été parfaitement rendue.

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. **Muller**, un Mémoire imprimé sur l'anatomie et la physiologie du *Branchiostoma lubricum*, Costa (*Amphioxus lanceolatus*, Yarrel). Ce Mémoire est écrit en allemand et accompagné de nombreuses figures.

Après avoir rappelé les divers travaux des zoologistes sur ce singulier poisson que Pallas avait considéré comme un mollusque, M. Muller en fait connaître les caractères extérieurs : il donne quelques détails sur le genre de vie de l'animal, sur les lieux dans lesquels on le trouve; puis il décrit, avec sa précision accoutumée, les organes actifs et passifs de la locomotion, le système nerveux, les appareils de la respiration, de la circulation, de la nutrition, de la reproduction, et enfin il discute la place que l'animal doit occuper dans la série ichthyologique. 5 planches, comprenant 38 figures, donnent tous les détails graphiques nécessaires à l'intelligence du texte.

M. **Flourens** présente ensuite, également au nom de l'auteur, un opuscule imprimé de M. **Puel**, ayant pour titre : *Observation d'anesthésie de la moitié gauche du corps sans paralysie du mouvement*. L'abolition de la vue et du sens du goût était, de ce côté, aussi complète que celle de la sensibilité des téguments communs. Mais, à ce dernier égard, le point de démarcation entre la partie insensible et la partie douée de sensibilité ne coïncidait pas toujours avec la ligne médiane du corps, et il était tantôt en deçà, tantôt en delà de la ligne moyenne. La narine du côté gauche était, à l'intérieur comme à l'extérieur, complétement insensible au chatouillement; on ne fit pas d'expérience sur le sens de l'olfaction, non plus que sur celui de l'ouïe. Cependant M. Puel s'est rappelé qu'il était obligé de parler plus haut pour se faire entendre de

la malade, et ainsi il est probable que l'audition était aussi partiellement abolie.

ANATOMIE. — *Sur le système fibreux et sur les nerfs de ce système découverts par* M. S. PAPPENHEIM. (Extrait par l'auteur.)

« ..... Il me semblait très-curieux que, d'une part, il fût connu que les maladies des tissus fibreux sont douloureuses, et que, d'autre part, quelques-uns seulement des tissus fibreux fussent regardés comme possédant des nerfs. On connaissait les nerfs que j'ai découverts dans la cornée transparente; ceux qui viennent dans la dure-mère du crâne, des cinquième et quatrième paires; ceux que j'ai trouvés dans toutes les parties de la dure-mère du crâne et dans celles du commencement du rachis. Fontana en avait décrit dans le tendon du diaphragme, et d'autres parlaient de nerfs dans les périostes. (*Voyez* Cruveilhier.) Comme les exceptions aux règles de la nature ne sont pas si fréquentes, du moins si contradictoires, j'ai été désireux de trouver les causes de ces dispositions anatomiques.

» Pour avoir une connaissance complète de cette partie de l'histiologie, il m'a fallu étudier tout ce qu'on a appelé jusqu'à présent tissus fibreux et tendineux, même les os, dont l'enveloppe est fibreuse. Dans ce but, j'ai soumis à mes recherches microscopiques toutes les parties périostiques, tous les tendons du corps humain, avec leurs gaînes, tous les ligaments chez l'homme et quelques animaux vertébrés, les bourses muqueuses, la sclérotique, la cornée, la dure-mère, la pie-mère, l'arachnoïde, dans toutes leurs surfaces et dans tous les points de leur épaisseur; le péricarde, le péritoine, la membrane interne du cœur, les membranes propres du foie, des reins, des capsules surrénales, les vaisseaux déférents, les uretères, la vésicule biliaire avec tous les vaisseaux hépatiques, la rate, etc. Toutes ces parties ont été soumises aux études microscopiques dans l'état frais, et traitées par l'acide acétique, et les observations ont été répétées plusieurs fois.

» Voici les résultats que j'ai obtenus :

» Il existe, outre les terminaisons tendineuses des muscles qu'on ne peut pas nommer périostes, deux genres de périoste : l'un est nu, l'autre couvert. Le périoste nu est de deux espèces, l'un est double, l'autre simple. Le double est composé d'une membrane fondamentale, sous-jacente, qui est jointe immédiatement aux os; elle est épaisse, bleuâtre, composée de fibres larges, que je nomme *irritables*, et qui ressemblent beaucoup aux fibres de la peau, et d'une membrane externe enveloppante, très-mince, composée de

fibres très-grêles, transparentes, un peu jaunes, de tissus cellulaire et élastique (1). Le périoste nu simple est très-ferme, incolore; il consiste en de très-petites fibres, fermes, sans couleur, dont la nature tient le milieu entre le tissu irritable et le tissu élastique (2). Ces deux espèces ont beaucoup de vaisseaux sanguins. Le périoste couvert est lisse et ferme, placé entre les fibres musculaires et les os. C'est pour cela que je le nomme *périoste musculaire*.

» Quant aux nerfs, j'en trouve toujours dans les deux espèces du périoste nu, et jamais dans le périoste musculaire.

» La nature de ces nerfs est différente, sous le rapport anatomique et sous le rapport physiologique. Ainsi, d'une part, les fibres sont à bords doubles ou simples, sans noyaux ou avec noyaux. D'autre part, j'ai observé dans le bras que les nerfs cutanés donnent quelques petits ramuscules; j'ai observé également que dans le fémur, le nerf crural donne des rameaux très-considérables pour le périoste, et comme on sait que le nerf sympathique se mêle, chez les grenouilles, au nerf sciatique, il en résulte que ces nerfs ont une origine triple, sensible, motrice et organique, ce qui explique les sensations et les douleurs des tissus fibreux, la faculté motrice des vaisseaux sanguins et la vie organique.

» Le trajet des nerfs est très-remarquable; car on voit que les nerfs ou enveloppent, ou accompagnent toutes les artères et jamais les veines capillaires. Il suit de là qu'on trouve des nerfs dans toutes les parties qui possèdent des artères, et jamais dans celles qui en sont dépourvues. Mais je dois remarquer pourtant que je n'ai pas observé de nerfs dans toutes les artères capillaires.

» Les nerfs sont toujours au milieu du tissu cellulaire; et, lorsqu'ils s'enfoncent dans les fibres irritables, on les trouve encore accompagnés du tissu cellulaire qui leur forme une sorte de gaîne.

» Les organes fibreux dans lesquels j'ai observé des nerfs sont:

» 1°. Le périoste nu: deux espèces;

» 2°. La plupart des ligaments;

» 3°. Quelques bourses muqueuses;

» 4°. Quelques tendons;

» 5°. Quelques enveloppes de tendons;

» 6°. La dure-mère du crâne et de la partie supérieure du rachis;

» 7°. Toute la pie-mère de la moelle épinière, mais jamais l'arachnoïde;

---

(1) On le trouve dans les extrémités des os longs.

(2) On le remarque dans la partie moyenne des os longs.

» 8°. La cornée transparente;

» 9°. Quelquefois la sclérotique, la choroïde;

» 10°. Les périostes des vertèbres, du rocher, de l'orbite, des mâchoires supérieure et inférieure, etc.;

» 11°. La glande thyroïde et le thymus;

» 12°. Le tissu des poumons;

» 13°. Le foie et la rate;

» 14°. La vésicule biliaire;

» 15°. Les reins;

» 16°. Le capsules surrénales (dans ces organes les nerfs offrent des corps ganglionnaires);

» 17°. Les vaisseaux hépatiques, les uretères et les conduits déférents;

» 18°. Le conduit pancréatique;

» 19°. L'enveloppe péritonéale de la matrice;

» 20°. Les ligaments ronds de l'utérus, les trompes de Fallope, les ligaments des ovaires (toutes ces parties, durant la grossesse, se montrent pourvues de nerfs nombreux);

» 21°. La tunique albuginée;

» 22°. L'intérieur des testicules;

» 23°. La surface extérieure du cœur et peut-être l'intérieur;

» 24°. Le périoste interne de quelques os;

» 25°. Les gaînes de quelques nerfs.

» Comme toutes les artères des organes indiqués sont enveloppées de nerfs, et comme on peut remarquer que parmi ces nerfs il en existe presque toujours quelques-uns avec des bords simples, il faut admettre que ces nerfs forment un système propre, auquel je donne le nom de *système nerveux sanguin*.

» La quantité de ces nerfs ne dépend pas seulement de l'étendue des tissus fibreux, car j'ai observé qu'il existe des ligaments très-considérables qui ne possèdent pas beaucoup de nerfs, mais elle provient aussi d'autres causes. En général, la quantité diminue avec la grandeur des organes et des animaux, de manière que plus un ligament devient petit et est dépourvu d'artères, plus un périoste est mince; plus sa surface devient petite, pauvre d'artères, plus il est profond, plus il est mince, plus il s'approche des apophyses cartilagineuses, plus il est dépourvu de la membrane externe enveloppante et plus alors les nerfs diminuent.

» Les terminaisons de ces nerfs sont toujours des anses. La formation de plexus n'est pas rare.

» Pour juger si un nerf appartient à un organe, il faut observer la marche de la fibre dans le tissu lui-même.

» La marche des nerfs est parallèle à la direction des fibres, elle est rarement transversale.

» On ne trouve pas ces nerfs chez tous les animaux; aussi faut-il se tenir en garde pour les conclusions à tirer relativement à leurs fonctions.

» Quoiqu'il ait été beaucoup question des nerfs des vaisseaux, je crois néanmoins être le premier qui les aie observés dans tout le corps humain, et qui aie proposé de les considérer comme un système propre.

» Quant à l'application de cette découverte, elle me paraît être d'une très-grande importance pour la médecine. On s'explique les observations de M. Bouillaud sur la complication de la péricardite avec les inflammations rhumatismales des articulations, on comprend le siége du rhumatisme, on conçoit les sympathies des articulations, les douleurs des organes. On conçoit qu'il existe des différences entre les inflammations du périoste externe et celles du périoste interne, car il est très-rare que le périoste interne possède des nerfs. On conçoit que les maladies de ces nerfs aient une influence sur les artères. On s'explique comment, dans l'amputation, il faut prendre garde de ne pas détruire les membranes périostiques, et comment les résultats de ces destructions différeraient beaucoup selon que l'amputation aurait été pratiquée sur la partie moyenne des os ou aux extrémités. On voit, d'après cela, que, dans les inflammations des organes, il ne faut pas seulement appliquer la méthode anti-phlogistique, mais aussi la méthode anti-nerveuse.

» Quant à l'influence de ces nerfs sur les tissus osseux, j'ai reconnu que, dans leur inflammation aiguë, le périoste s'épaissit, et se remplit de corps granuleux, mais que la structure et la vie des os restent intactes. Pour ce qui est de leur inflammation chronique, elle semble toujours jointe à l'inflammation des muscles, et après quelque temps elle amène le dépôt d'une nouvelle substance dans le périoste externe qui peut enfin entrer dans l'intérieur des os. Cette substance, que j'ai observée quelquefois dans le crâne et dans l'humérus, est composée de petits corps lamelleux qu'on nomme cellules à noyaux, et qui sont, pour la plupart, de matière fibrineuse. Il me semble que la maladie qu'on nomme sarcome n'a pas d'autre cause qu'une inflammation aiguë du périoste et des parties auxquelles il est uni. De même, le steatome et le fongus médullaire ne semblent être autre chose que les conséquences d'une inflammation très-aiguë d'une membrane fibreuse. Les maladies de la cornée transparente, qu'on nomme fongus hæmatode, fongus médullaire, mélanose, etc., appartiennent toutes à ce même genre d'alté-

rations, et exigent au premier abord une thérapeutique non-seulement antiphlogistique, mais aussi antinerveuse. D'après quelques observations que j'ai faites sur certaines productions morbides de la cornée, il est possible de les diminuer par l'emploi de l'électricité. Enfin le cancer du foie est de la même nature, c'est-à-dire une inflammation très-aiguë du tissu fibreux, etc.

» Comme il serait inutile de nommer toutes les parties dont j'ai observé la structure, je ne parlerai que des principales.

I. — *Nerfs du périoste.*

» C'est dans la mâchoire inférieure et supérieure, et dans les faces antérieure et postérieure du fémur, qu'ils sont le plus nombreux; c'est dans les doigts des mains et des pieds qu'ils sont le plus rares. Ici, on les observe en plus grande quantité dans la partie dorsale, en plus petite quantité sur les côtés, et ils manquent dans la partie palmaire où les muscles s'insèrent, c'est-à-dire où existe le périoste, nommé par moi *musculeux*. Parmi les os plats, on observe ces nerfs en plus grande quantité dans l'épaule et les os du crâne, en plus petite dans le bassin et les côtes. Dans le périoste nu des os ronds, on les trouve aussi, mais pas en grande quantité. Puisque, dans les parties où les muscles s'insèrent, on ne trouve jamais de nerfs, les nerfs sont rares aussi dans le périoste nu, où une pression est facile, par exemple dans la partie inférieure de l'humérus. On trouve une grande richesse de petits rameaux dans le périoste du tibia, où j'ai découvert dans une surface, deux cents fibres primitives. On en remarque très-peu dans les extrémités du péroné. Dans quelques-uns des plus petits os, je n'en ai pas encore trouvé; mais comme quelques parties ne possèdent guère qu'une ou deux fibres primitives, il en échappe facilement; néanmoins la nature du périoste est telle, qu'on peut assurer qu'il existe en lui des nerfs. La rotule en est très-riche.

II. — *Nerfs des tendons.*

» Observés la première fois dans le diaphragme par Fontana, et plus tard aussi par moi; dans le tendon d'un muscle, par Purkinje; découverts depuis deux ans et demi par moi, dans les tendons du muscle *biceps cervicalis* de tous les oiseaux, où l'on peut observer non-seulement leur origine à l'œil nu, mais aussi leur distribution dans les tendons.

III. — *Nerfs des bourses muqueuses.*

» Observés une seule fois, le fléchisseur commun des doigts.

IV. — *Nerfs des vésicules séminales.*

» Observés chez les cochons d'Inde.

V. — *Nerfs de la cornée transparente.*

» *Voir* les *Archives* d'Ammon et Walther.

VI. — *Nerfs de la dure-mère et de la pie-mère.*

» Voir mon *Anatomie générale des yeux*.

» Toutes ces recherches seront publiées dans un prochain Mémoire, ainsi que mes observations sur les nerfs que j'ai trouvés dans presque tous les ligaments vrais du corps humain. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine de l'oxygène exhalé par les plantes sous l'influence de la lumière.* (Extrait d'une Lettre de M. SCHULTZ à M. *Flourens*.)

« Depuis quelques années je me suis occupé d'expériences sur la nourriture des plantes, expériences qui m'ont conduit à une nouvelle découverte dont je vous prie, monsieur, de vouloir bien communiquer à l'Académie les résultats principaux.

» D'après Ingenhousz et de Saussure, on croyait jusqu'ici que l'acide carbonique était la vraie nourriture des plantes, que l'engrais devait être dissous en gaz acide carbonique, et que l'oxygène qu'exalent les plantes sous l'action de la lumière venait de la décomposition de l'acide carbonique.

» Mes expériences m'ont appris que l'acide carbonique n'est presque pas décomposé par les plantes, que l'engrais et l'humus ne se dissolvent jamais en acide carbonique, et que tout l'oxygène qu'exhalent les plantes ne vient pas de l'acide carbonique, mais d'autres acides végétaux contenus naturellement dans les sucs des plantes; acides divers dans les diverses espèces ou genres, comme l'acide gallique, les acides malique, lactique, tartrique, citrique, etc. Si l'on met du feuillage vivant dans l'eau distillée ou bouillie, mêlée avec $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ pour 100 d'acide tartrique, ou lactique, ou malique, les feuilles donnent, sous l'action de la lumière, du gaz oxygène à mesure que ces acides disparaissent. Plus d'oxygène se développe encore si l'on présente aux plantes, au lieu des acides que nous venons de nommer, quelques-uns des sels acides qui en dérivent. Ainsi la crème de tartre ou la chaux malique acide donnent beaucoup plus d'oxygène que les acides tartrique ou malique purs. Dans le petit-lait acide, les feuilles donnent beaucoup plus d'oxygène que dans l'acide lactique pur. De même, les acides minéraux, comme l'acide phosphorique, les acides sulfurique, nitrique, muriatique, mêlés dans la proportion de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ pour 100 à l'eau distillée ou bouillie, sont

décomposés par les feuilles, et à mesure qu'ils disparaissent, l'oxygène est exhalé, et le soufre, le phosphore, etc., sont assimilés. Dans l'eau sucrée, les feuilles exhalent de même de l'oxygène à mesure que le sucre est absorbé; mais cette absorption ne se fait que par le moyen d'une transformation du sucre hors de la plante, transformation qui résulte de l'action des racines ou des feuilles sur la solution environnante: le sucre de canne est transformé d'abord en sucre de raisin, puis en gomme d'amidon, et enfin en acides. C'est de la même manière que s'élabore l'extrait d'humus qui fournit aux plantes, après une série de transformations, une portion de l'oxygène qu'elles exhalent. Jamais, pendant l'action des plantes sur les matières nutritives, il ne se forme d'acide carbonique; jamais l'eau n'est décomposée. L'hydrogène des matières végétales est déjà contenu dans les matières nutritives et dans les acides produits par elles. La décomposition des acides malique et lactique provenant de la crème de tartre et du petit-lait se fait avec une telle facilité par les feuilles, qu'il y a bientôt exhalation d'une certaine quantité d'oxygène, même par un ciel couvert. Une quantité de feuilles pesant une demi-once est capable de donner 8 à 10 pouces cubes de gaz oxygène dans l'eau sucrée ou le petit-lait.

» Ainsi les plantes n'absorbent pas de gaz acide carbonique, mais des matières extractives du sol après les avoir transformées, par l'*effet digérant* de leurs parties absorbantes, en gomme et en acides qui sont différents suivant les diverses plantes. De cette action digérante des plantes sur les matières nutritives environnantes dépend la faculté des feuilles de coaguler le lait, faculté connue dès l'antiquité pour le cas du *Galium verum* et du figuier. J'ai reconnu que cette propriété, loin d'appartenir exclusivement aux feuilles des deux plantes que je viens de nommer, se retrouve dans les feuilles vivantes de toutes les plantes, et même dans leurs racines. Ainsi les racines du *Daucus carota* et de l'*Apium petroselinum* rendent acide le lait aussi bien que le feraient les feuilles. Cet effet des parties vivantes de la plante sur le lait s'opère pourtant lentement, et la coagulation n'est pas produite sur-le-champ, quoique toujours plus tôt que si le lait est abandonné à lui-même, et que le lait, en contact avec des racines ou des feuilles, commence à s'acidifier. L'acidification du lait se fait par la décomposition du sucre de lait qui est transformé, par l'action des plantes, en acide lactique.

» J'ai trouvé aussi qu'à l'ombre et pendant la nuit, les feuilles des plantes rendent du gaz hydrogène mêlé ou avec l'oxygène, ou avec l'acide carbonique exhalé; mais il serait trop long de décrire ces expériences dans une Lettre. »

M. **Guyon** adresse, comme pièce à l'appui d'un *Mémoire sur les Cagots des Pyrénées,* qu'il avait soumis précédemment au jugement de l'Académie, une série de figures représentant la *conformation de l'oreille,* qu'il considère comme un caractère distinctif de la race. « Ce caractère, dit M. Guyon, consiste dans un arrondissement de l'oreille résultant de l'absence de lobule. Ma première communication n'était accompagnée que d'une seule figure, dont le sujet était une jeune fille de Saint-Jean-Pied-de-Port. Aujourd'hui je mets sous les yeux de l'Académie, six figures prises au hasard parmi les Cagots de diverses localités...... J'appelle de nouveau l'attention sur ce fait, que les Cagots, que je considère, avec plusieurs voyageurs, comme continuant les Goths dans les Pyrénées, appartiennent à une race de taille élevée et parfaitement conformée, et que le goître et le crétinisme, dont un grand nombre de Cagots sont entachés, ne tiennent qu'à la nature des localités habitées par ces derniers. Ainsi, des six sujets dont je présente les oreilles figurées, les deux premiers seuls étaient goîtrés, un avec atteinte de crétinisme. »

M. **Cornay** écrit pour réclamer la priorité sur M. *Gaultier de Claubry* relativement à « l'identité du typhus et de la fièvre typhoïde, » et sur M. *Gouraud* relativement à « l'emploi de l'écorce de quinquina dans les fièvres pernicieuses. » A l'appui de cette réclamation il demande l'ouverture d'un paquet cacheté qu'il avait déposé à la séance du 27 mai 1844. Ce paquet ouvert, on y trouve un certain nombre de propositions dont nous reproduisons ici les deux premières, les seules qui paraissent avoir quelque rapport avec la réclamation.

« La fièvre typhoïde, le typhus, la petite vérole, la suette miliaire, la
» rougeole, la scarlatine, les autres fièvres éruptives, les fièvres perni-
» cieuses, les fièvres intermittentes, ont pour causes ou les miasmes ou le
» contact des matières putrides.

» Je traite sûrement ces maladies, qui ont une origine à peu près identique,
» par le quinquina (surtout en sirop) et les toniques amers; je donne ce mé-
» dicament dans toutes les périodes, même dans celle d'incubation, et celle
» dite inflammatoire, avec un grand succès. »

M. **Velpeau**, à l'occasion de la communication précédente, présente les remarques suivantes:

« En annonçant l'autre jour l'ouvrage de M. Gouraud, en parlant de ceux qui préfèrent, dans quelques cas, le quinquina en substance au sulfate de

quinine, je n'ai point entendu donner ce fait comme une chose nouvelle, ni en accepter la responsabilité. C'était là l'opinion des médecins d'une foule de localités il y a vingt ans, et c'est encore la manière de voir d'un certain nombre de praticiens. Il n'y a donc pas lieu d'en faire l'objet d'une discussion de priorité aujourd'hui. »

M. **Peltier**, en adressant un opuscule qu'il vient de publier sur la météorologie électrique, donne quelques détails relatifs à l'orage qui a traversé, le 9, la plaine de Ruelle et Nanterre. « Vers sept heures, dit l'auteur de la Lettre, je vis deux sillons parallèles s'élever du sol et se prolonger jusqu'à la nue; vus à 3 kilomètres de distance environ, ces deux sillons ne paraissaient être qu'à 4 mètres de distance l'un de l'autre. C'est la première fois que je vois s'élancer deux faisceaux électriques aussi puissants et aussi rapprochés.... Dans l'orage qui vient de traverser Paris (9 septembre), il n'y a eu de remarquable, ajoute M. Peltier, qu'un roulement continu qui a duré 20 minutes sans interruption. Un électromètre élevé indiquait les séries nombreuses de décharges partielles qui produisaient le roulement continu. »

M. **Passot** prie l'Académie de hâter le travail des Commissions à l'examen desquelles ont été renvoyées ses dernières communications.

M. le Président invite de nouveau MM. les Commissaires à se prononcer sur la valeur des opinions soutenues par M. Passot.

La séance est levée à 5 heures. F.

ERRATA.

(Séance du 2 septembre 1844.)

Page 454, dernière ligne de la septième colonne du tableau, *au lieu de* 1,6589, *lisez* 0,6589.

Page 455, dernière ligne de la neuvième colonne du tableau, *au lieu de* 1,6589, *lisez* 0,6589.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 10; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT *et* REGNAULT; 3e série, tome XII; septembre 1844; in-8°.

Annales des Sciences naturelles; par MM. MILNE EDWARDS, AD. BRONGNIART *et* DECAISNE; août 1844; in-8°.

Traité de la mécanique des Corps solides et du Calcul de l'effet des machines; par M. CORIOLIS; 2e édit. Paris, 1844; in-4°.

Gallia tum cisalpina tum transalpina ejusque in provincias descriptio circa tempora eversi per Occidentem Imperii romani; auctore C.-A. WALCKENAER; une carte en une feuille, grand aigle, coloriée.

Annales maritimes et coloniales; par MM. BAJOT *et* POIRÉE; 29 année; août 1844; in-8°.

Quelques mots sur la structure de l'Ellébore fétide et sur l'évolution de ses organes floraux; par M. ISIDORE DUMAS. Montpellier, 1844; in-4°.

Quelques considérations sur la Sphère génitale moyenne de la femme et des femelles des Vertébrés; par le même; in-4°.

Traité pratique de Photographie; par M. A. GAUDIN; 1 vol. in-8°.

Compendium de Médecine pratique; par MM. MONNERET *et* L. FLEURY; 21e livr.; in-8°.

Exposé des travaux de la Société des Sciences médicales de la Moselle. Metz, 1843; in-8°.

Nouvelles recherches sur le Traitement des maladies appelées Typhus, Fièvre typhoïde, Petite Vérole, Rougeole, Scarlatine, Suette miliaire; *par* M. CORNAY; in-12.

Observation d'Anesthésie de la moitié gauche du corps, sans paralysie du mouvement; par M. PUEL; broch. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; septembre 1844; in-8°.

Annales de la propagation de la Foi; septembre 1844; in-8°.

Journal de Médecine; septembre 1844; in-8°.

Le Mémorial. — Revue encyclopédique des Sciences; juillet 1844; in-8°.

Mémoire sur la Série de LAGRANGE; *par* M. MENABREA. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Turin.*) Tome VIII; in-4°.

Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève. — Archives de l'Électricité; par M. DE LA RIVE; tome IV, n° 14; in-8°.

Transactions of... *Transactions de la Société philosophique de Cambridge;* vol. VIII, part. Ire et IIe; in-4°. Cambridge, 1844.

Uber den bau... *Sur l'anatomie et la physiologie du* Branchiostoma lubricum, COSTA (Amphioxus lanceolatus, YARREL); *par* M. MULLER. Berlin, 1844; in-8°, avec 5 planches gravées.

Gazette médicale de Paris; n° 36; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 103 à 105; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 19 et 20.

L'Expérience; n° 375; in-8°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — AOUT 1844.

9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	MAXIMA.	MINIMA.		
54,24	+17,0		753,62	+16,6		753,78	+15,9		755,11	+11,4		+19,0	+11,0	Nuageux	O.
56,60	+16,0		756,21	+18,3		755,73	+19,0		754,30	+14,9		+20,0	+10,0	Très-nuageux	O.
49,02	+18,9		749,08	+21,2		748,69	+21,7		750,14	+15,0		+22,5	+13,0	Couvert	S. O.
53,76	+17,0		754,66	+18,8		755,02	+20,4		756,37	+14,9		+21,0	+11,4	Couvert	O. S. O. fort.
54,55	+13,5		753,77	+15,8		752,89	+23,4		752,83	+17,4		+23,8	+12,4	Couvert	E. S. E.
49,85	+19,5		750,91	+19,6		749,91	+22,5		751,87	+17,4		+22,9	+15,0	Couvert	O.
54,82	+17,6		754,52	+20,6		753,79	+19,0		753,03	+15,0		+21,5	+11,9	Nuageux	S. O. fort.
52,13	+17,0		752,51	+17,8		752,93	+18,0		754,40	+12,3		+20,1	+11,0	Très-nuageux	O. S. O.
54,56	+16,4		752,93	+19,0		753,00	+18,7		751,77	+12,6		+20,0	+10,1	Nuageux	O. S. O.
48,38	+16,8		747,29	+16,5		745,65	+16,9		745,40	+14,2		+16,8	+13,0	Pluie	S. O.
53,69	+15,4		753,98	+17,5		753,65	+20,0		753,08	+15,3		+20,1	+12,0	Nuageux	N. O.
48,97	+15,0		748,42	+19,4		748,46	+19,7		750,29	+15,4		+20,9	+13,0	Couvert	S. O fort.
51,87	+16,3		751,65	+18,1		750,90	+17,9		749,19	+14,4		+20,0	+13,4	Couvert	S. O.
46,34	+16,6		743,54	+15,7		741,82	+18,1		744,09	+12,5		+18,3	+13,1	Pluie	S. fort.
46,97	+16,3		747,52	+16,1		748,18	+16,8		750,56	+14,3		+17,4	+12,3	Couvert	O.
55,69	+14,7		756,84	+15,9		757,15	+17,9		757,96	+13,2		+18,0	+12,8	Couvert	O.
56,57	+17,9		756,14	+18,3		755,78	+19,5		757,15	+15,0		+20,0	+10,1	Couvert	S. O.
59,66	+15,3		759,71	+17,3		760,12	+18,2		761,30	+12,9		+19,1	+10,8	Quelques nuages	N. O. fort.
61,22	+14,2		760,78	+17,0		760,22	+17,4		759,65	+12,4		+18,5	+ 8,9	Beau	N. O.
57,33	+15,3		756,72	+18,4		755,22	+22,2		753,83	+17,5		+22,5	+12,0	Couvert	O. N. O.
51,65	+16,5		751,67	+17,0		751,19	+17,8		751,51	+12,6		+22,9	+15,0	Couvert	O.
51,29	+16,5		750,90	+19,1		750,20	+18,8		751,08	+15,1		+20,6	+10,1	Nuageux	N. O.
49,99	+15,2		749,27	+16,0		748,12	+15,5		748,59	+13,0		+17,0	+12,0	Pluie	E. N. E.
48,67	+12,4		748,86	+13,4		749,29	+13,5		752,44	+10,5		+14,6	+12,0	Pluie	N. O.
55,35	+14,6		756,00	+17,4		756,97	+15,1		758,76	+12,8		+19,2	+ 8,5	Nuageux	O. S. O.
59,54	+15,5		759,48	+15,7		759,25	+16,6		759,66	+14,1		+16,5	+10,2	Couvert	N. O.
60,04	+15,2		759,81	+16,6		759,64	+16,5		760,27	+14,1		+17,2	+11,1	Couvert	O. N. O.
60,95	+15,4		760,66	+16,2		759,93	+17,6		759,98	+14,6		+18,0	+ 9,9	Nuageux	N. N. E.
59,98	+15,2		759,61	+18,5		759,01	+19,7		759,01	+14,0		+20,1	+ 9,0	Beau	E.
59,26	+16,8		758,97	+17,6		758,54	+19,2		759,88	+15,8		+19,5	+10,5	Serein	E.
63,83	+16,9		763,83	+19,5		763,84	+20,8		765,00	+16,2		+21,9	+10,0	Serein	N. E.
52,79	+17,0		752,55	+18,4		752,14	+19,6		752,52	+14,5		+20,8	+11,9	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centimètres.
53,84	+15,7		753,53	+17,4		753,15	+18,8		753,71	+14,3		+19,5	+11,8	... Moy. du 11 au 20	Cour.. 7,633
56,41	+15,5		756,28	+17,0		756,00	+17,4		756,93	+13,9		+18,9	+10,8	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 6,811
54,41	+16,0		754,19	+17,6		753,83	+18,5		754,47	+14,2		+19,7	+11,5	... Moyenne du mois......	+ 15°,6

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 SEPTEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Note sur la présence du plomb à l'état d'oxyde ou de sel dans divers produits artificiels; par* M. CHEVREUL.

« Plusieurs motifs m'engagent à publier quelques faits relatifs à la présence du plomb à l'état d'oxyde ou de sel dans divers produits artificiels. Non que ces faits aient en eux-mêmes une grande importance; mais, par les conséquences de diverses sortes qu'on peut déduire de leur connaissance, ils ne manquent pas d'un certain intérêt.

» J'ai déjà eu l'occasion de faire remarquer à l'Académie l'inconvénient qu'il peut y avoir d'ajouter aux étoffes de laine des matières métalliques susceptibles de produire, avec le soufre qu'elles contiennent naturellement, des sulfures colorés, lorsque ces étoffes sont destinées, soit à recevoir des impressions sur fond blanc ou de couleur claire, soit à recevoir de la teinture une couleur de cette sorte, par la raison que, sous l'influence de la chaleur de la vapeur ou celle de l'eau liquide servant de bain de teinture, il se forme un sulfure coloré sur toutes les parties de l'étoffe qui sont imprégnées de matière métallique. Je fus consulté, il y a plusieurs mois, sur la cause d'une

teinte brune que prenaient des châles tissés en Picardie, depuis six mois environ, lorsqu'ils recevaient le contact de la vapeur d'eau, quand même ils n'avaient reçu aucune préparation; je reconnus bientôt que la chaîne seule s'était colorée, et comme celle-ci était *encollée*, il me sembla que la matière métallique se trouvait dans la colle-forte dont on avait fait usage. L'expérience confirma ma prévision; car je trouvai de l'oxyde de plomb et très-peu d'oxyde de cuivre, non-seulement dans l'encollage tel qu'il avait été employé, mais encore dans la colle-forte même qui avait servi à le préparer.

» La proportion de l'oxyde de plomb était telle, que l'eau dans laquelle on faisait dissoudre l'encollage ou la colle-forte se colorait fortement par l'eau d'acide sulfhydrique. Je parvins à obtenir le plomb à l'état métallique de la matière incinérée. J'ai appris, après cette expérience, que la colle-forte avait été préparée dans les environs de Lille, et qu'on y avait ajouté de la céruse: heureusement qu'elle n'était pas de nature à être employée comme aliment. Quoi qu'il en soit, la connaissance de ce fait intéresse les fabricants de tissus de laine, et c'est dans l'espoir qu'elle leur sera utile, que j'ai cru devoir lui donner le plus de publicité possible.

» Il y a quelques années qu'une blanchisseuse de Sèvres (madame P***) me fit demander, par un de mes élèves, d'où pouvaient provenir des taches brunes qui apparaissaient lorsqu'elle passait à la lessive, pour la première fois, des chemises, des draps, etc., faits avec de la toile de coton. Les dommages que plusieurs de ces accidents lui occasionnèrent, l'excitèrent tellement à en chercher la cause, qu'elle finit par découvrir que ces toiles provenaient d'une des fabriques les plus considérables de France, dont le dépôt de Paris était tenu par une de ses pratiques. Elle me fit passer un échantillon de toile neuve, ainsi que la matière alcaline qu'elle employait pour sa lessive, et qu'elle se procurait à la Villette. Je reconnus la présence du sulfate de plomb dans l'apprêt de cette toile, et enfin, ayant trouvé que la matière alcaline était un mélange de soude, de potasse et de chaux très-sulfurées, il n'y eut plus de doute pour moi que les taches étaient produites par la réaction des sulfures alcalins sur le sulfate de plomb contenu dans l'apprêt.

» Sans examiner ici la question d'hygiène que l'on peut élever sur les inconvénients que peut avoir l'usage de toiles imprégnées de sulfate de plomb pour la santé, il n'est pas douteux que l'on doit proscrire le procédé au moyen duquel on donne du corps, de la fermeté à la toile, en mêlant du sulfate de plomb à l'apprêt; et il convient d'autant mieux de le faire, que le sulfate de chaux employé aujourd'hui à cet usage, dans beaucoup d'établissements, n'a aucun inconvénient.

» Je ferai quelques réflexions relatives à la recherche des matières métalliques dans le corps de l'homme et celui des animaux. En parlant de la composition du bouillon de la Compagnie hollandaise, j'ai rapporté des expériences d'après lesquelles il m'a semblé qu'on ne doit pas considérer comme élément essentiel à la nature des animaux et des plantes, le cuivre qu'ils peuvent présenter à l'analyse. Effectivement, la quantité de ce métal est variable, quoique toujours très-faible, et il peut manquer absolument. Si un sel cuivreux pénètre par l'intermédiaire de l'eau du sol dans les végétaux, si un sel cuivreux, des poussières cuivreuses, pénètrent par l'intermédiaire d'aliments ou d'une manière quelconque dans les animaux, dans le corps de l'homme, cette pénétration est, selon moi, toujours accidentelle. C'est conformément à cette manière de voir que, dans un écrit sur *la matière considérée dans les êtres vivants,* j'ai distingué trois classes de principes immédiats: les principes essentiels à l'existence des êtres; des principes qui, quoique nécessaires, ne sont pas essentiels, en ce sens que, s'ils manquent, ils peuvent être remplacés par d'autres; enfin des principes accidentels qui peuvent manquer absolument sans aucun inconvénient.

» Je mets le plomb, comme le cuivre, au nombre des principes accidentels des êtres organisés (1), et, à ce sujet, je ferai quelques remarques relativement à la présence de ce métal qu'on déduirait d'analyses faites dans une circonstance dont je vais parler.

» Ayant fait mettre du coton, de la soie et de la laine dans des eaux alcalines pour les démonstrations du cours que je professai l'année dernière aux Gobelins, on vit avec étonnement la laine se colorer en brun dans des eaux de soude de baryte, de strontiane et de chaux, qui avaient été préparées pour mes expériences de recherches avec des alcalis parfaitement purs. Je reconnus bientôt l'oxyde de plomb agissant, sous l'influence de l'alcali et du soufre de la laine, pour la cause de la coloration de cette dernière. Mais d'où venait cet oxyde que je retrouvai dans les eaux alcalines, en les soumettant à l'action de l'acide sulfhydrique? Il provenait des flacons dans lesquels ces eaux avaient séjourné pendant plusieurs mois; et il était évident que le verre de ces flacons était un mélange de verre proprement dit et du verre *plombeux* appelé cristal. J'avais, dès 1828, signalé l'erreur dont le cristal pouvait être la cause, lorsque, dans la recherche de l'arsenic par les procédés alors en usage en médecine légale, on chauffait la matière présumée contenir de l'arsenic

(1) C'est aussi l'opinion de MM. Flandin et Danger.

avec une matière charbonneuse dans un tube de verre renfermant de l'oxyde de plomb. (*Voyez* une Lettre que j'adressai à M. Lefrançais-Lalande, imprimée dans un Mémoire de M. Guerre, avocat à Lyon, pour madame D***, accusée de parricide.) Ici le même fait, l'existence de l'oxyde de plomb dans le verre, pourrait conduire à un résultat erroné, je ne dis pas dans des recherches de médecine légale seulement, mais dans des recherches quelconques. C'est donc pour prévenir toute erreur que je rappellerai une discussion qui s'est élevée entre plusieurs chimistes relativement à la présence de l'oxyde de plomb dans des réactifs, et particulièrement dans la potasse à l'alcool.

» Suivant M. Dupasquier, de Lyon, connu de l'Académie par des travaux intéressants dans plusieurs branches de la chimie, la potasse dite à l'alcool des fabricants de produits chimiques de Paris contiendrait de l'oxyde de plomb. Suivant M. Louyet, de Bruxelles, qui s'est occupé de recherches sur l'absorption de plusieurs matières délétères par les plantes, la potasse à l'alcool de la maison Robiquet, Boyveau et Pelletier en serait absolument dépourvue, mais elle contiendrait de petites quantités d'alumine, de silice de fer et de platine.

» Sans prétendre m'ériger en juge entre MM. Dupasquier et Louyet, il est évident qu'il résulte de mes observations que des alcalis, potasse, soude, baryte, strontiane et chaux, dépourvus d'oxyde de plomb, conservés en solution dans des flacons de verre plombeux, peuvent dissoudre une quantité notable de cet oxyde.

» Enfin je crois utile, en terminant cette Note, de rappeler le passage suivant d'un Rapport fait à l'Académie (1) : « Le grand usage que l'on fait » aujourd'hui dans plusieurs arts de composés vénéneux, tels que sels arsenicaux, cuivreux, etc., etc., doit éveiller l'attention; car il est possible, » par exemple, que des eaux qui ont servi à laver des étoffes imprégnées » de compositions arsenicales, aient dans quelque lieu une influence fâcheuse sur les animaux. Il est possible que le même effet soit produit par » des matières contenant de l'arsenic qu'on aura enfouies, et qui, disséminées par les eaux souterraines, pourront être amenées à la surface du sol, » loin du lieu où on les a déposées. »

» Je faisais le Rapport dans lequel se trouve le passage précédent, le 11 et

(1) *Voyez* les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* tome VIII, page 380. Le passage cité se trouve à la page 400.

le 18 mars 1839, et la même année je lus, dans les *Mémoires de la Société royale des Sciences, Lettres et Arts de Nancy*, de l'année 1838, qui venaient de paraître, une Note de M. Braconnot, intitulée : *Sur une circonstance qui peut induire en erreur dans la recherche de l'arsenic.* Voici le premier alinéa de cette Note : « Depuis environ trente ans qu'un fabricant » de papier peint prépare ses couleurs avec diverses substances minérales, » plusieurs familles, habitant successivement la maison voisine de son éta» blissement, ont éprouvé les symptômes suivants, avec plus ou moins » d'intensité : douleurs de tête, lassitude, nausées, digestion pénible, coli» ques presque continuelles, dévoiement, enflure et engourdissement des » jambes, découragement, tristesse, à la suite desquelles affections plusieurs » membres de ces familles moururent. De nouvelles victimes ayant encore » succombé, il y a environ deux ans, on soupçonna que l'eau du puits pou» vait contenir des substances vénéneuses employées dans la fabrique; mais » l'examen que nous en fîmes alors ne fit rien découvrir, et les habitants » actuels de cette maison continuèrent à faire usage de cette eau; ils se ré» tablissaient même sensiblement, lorsque tout à coup les symptômes » signalés ci-dessus se manifestèrent avec tant de violence, que l'empoison» nement parut évident. Invités de nouveau, M. Simonin et moi, à exa» miner l'eau de ce puits, il nous fut facile d'y reconnaître la présence de » l'arsenic, lequel était associé à de l'alcali, à de l'alumine et à une matière » colorante. »

» M. Braconnot termine sa Note « en invitant instamment l'autorité chargée » de la salubrité publique, à surveiller avec le plus grand soin ces sortes de » fabriques. »

» Certes, si j'eusse connu, à l'époque où je rédigeai le Rapport que j'ai rappelé, la Note de M. Braconnot, je n'aurais pas manqué de la mentionner, comme une des preuves les plus fortes à l'appui du passage que j'ai cité.

Conclusions.

» 1°. On voit qu'il est aussi nécessaire de soustraire les étoffes de laine au contact des matières plombeuses, qu'à celui des matières cuivreuses, lorsqu'elles doivent être soumises à l'action de la vapeur ou de l'eau chaude, pour conserver un fond blanc ou recevoir des couleurs claires.

» 2°. Les étoffes de laine ou la colle qui a servi à l'encollage de leur chaîne, aussi bien que les étoffes de coton apprêtées avec une préparation de plomb, qui ont donné lieu aux phénomènes signalés dans cette Note, soumises à l'épreuve de l'eau d'acide sulfhydrique, que j'ai proposée il y a

plusieurs années, donnent lieu à une coloration frappante pour tous les yeux, et propre conséquemment à prévenir les inconvénients qui pourraient résulter de la présence de l'oxyde de plomb.

» 3°. Dorénavant, dans les recherches de chimie ou de médecine légale qui auraient le plomb ou ses composés pour objet, il est indispensable de soumettre, avant tout, les réactifs alcalins à des expériences propres à constater qu'ils sont exempts d'oxyde de plomb, et qu'ils n'en ont pas reçu du contact des vases de verre dans lesquels on a pu mettre leurs solutions. »

M. **Payen** dépose un paquet cacheté.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Recherches sur une nouvelle classe de sels; par* M. **Ed. Fremy.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Thenard, Pelouze, Regnault.)

« Des chimistes habiles ont examiné avec soin l'action que les composés oxygénés de l'azote exercent sur l'acide sulfureux. C'est à l'ensemble de leurs travaux qu'est dû le mode actuel de fabrication d'acide sulfurique.

» On sait aussi que M. Pelouze a fait connaître, dans son Mémoire sur les *nitrosulfates*, la composition et les propriétés des sels qui résultent de l'absorption du deutoxyde d'azote par les sulfites.

» Mais on n'avait pas encore étudié l'action des acides azoteux et hypoazotique sur les sulfites; c'est cette question que j'ai traitée dans ce Mémoire; elle se rattache, comme on le voit, à l'histoire importante du soufre et de l'azote.

» Pour ne pas abuser des moments de l'Académie, je supprimerai dans cette communication les détails d'expériences qui se trouvent dans mon Mémoire; je me propose seulement de donner ici les principaux caractères des nouveaux corps que j'ai découverts et de faire ressortir leur importance théorique.

» Lorsqu'on fait arriver dans une dissolution concentrée de potasse de l'acide sulfureux et de l'acide azoteux, ces deux acides ne se décomposent pas réciproquement, comme on aurait pu le croire, de manière à former un sulfate et du deutoxyde d'azote, mais s'unissent au contraire et donnent naissance à un nouvel acide, qui contient les éléments de l'acide sulfureux, de l'acide azoteux et de l'eau, et qui est formé par conséquent d'oxygène, de soufre, d'azote et d'hydrogène.

» J'ai donné à ce nouvel acide le nom de *sulfammonique* qui rappelle sa composition et sa propriété caractéristique : cet acide, en effet, se décompose facilement en acide sulfurique et en ammoniaque.

» Je ferai connaître d'abord les différents procédés de préparation des *sulfammonates*.

» On peut obtenir les sulfammonates alcalins, en faisant arriver dans une dissolution alcaline, de l'acide sulfureux et de l'acide azoteux : ce dernier acide se produit, comme on le sait, dans la réaction de l'acide azotique sur l'amidon. L'acide hypoazotique agit dans cette circonstance comme l'acide azoteux.

» On forme aussi des sulfammonates en mêlant deux dissolutions de sulfite et d'azotite.

» Mais le meilleur procédé de préparation de ces nouveaux sels consiste à faire réagir de l'acide sulfureux sur un azotite que l'on a préalablement rendu très-alcalin.

» Peu de sels se préparent avec plus de facilité que les sulfammonates, car on peut obtenir en quelques heures plusieurs centaines de grammes de sulfammonate de potasse ou d'ammoniaque cristallisés.

» J'arrive maintenant à l'examen des principaux sulfammonates.

Sulfammonate de potasse.

» Lorsqu'on fait passer un courant d'acide sulfureux dans de l'azotite de potasse, la liqueur se trouble bientôt, et laisse déposer de longues aiguilles soyeuses de sulfammonate de potasse, qui est à peine soluble dans une eau alcaline.

» On peut encore préparer ce sel par double décomposition, en traitant le sulfammonate d'ammoniaque par un sel de potasse.

» Le sulfammonate de potasse est blanc, peu soluble dans l'eau froide : une partie d'eau à la température ordinaire n'en dissout que $\frac{1}{50}$. Il n'exerce pas d'action sur les réactifs colorés; il n'a pas de saveur : il ne présente aucun des caractères des sels formés par les acides du soufre ou de l'azote.

» La formule équivalente du sulfammonate de potasse fait comprendre ses principales réactions. Ce sel est représenté par la formule suivante :

$$7SO^3(SO^2, AzH^2), 4KO + 3HO.$$

» Il contient donc un acide qui peut être considéré comme une combinaison d'acide sulfurique et de sulfamide.

» Quelques chimistes admettent que le composé SO^2, AzH^2 peut se combiner avec l'acide sulfurique pour former des acides complexes; l'acide sulf-

ammonique vient donc se placer dans cette nouvelle classe d'acides, sur laquelle MM. Laurent et Persoz ont appelé récemment l'attention de l'Académie.

» Il était facile de prévoir la décomposition que l'eau devait faire éprouver au sulfammonate de potasse.

» On voit, en effet, que les éléments de l'eau suffisent pour le transformer en sulfate acide de potasse et en sulfate d'ammoniaque.

» Cette transformation des sulfammonates en sulfates et en sels ammoniacaux est certainement le caractère le plus saillant de ces nouveaux sels. Lorsqu'on fait bouillir pendant quelques secondes du sulfammonate de potasse dans l'eau, la liqueur, qui était parfaitement neutre, prend immédiatement une réaction acide, et ne contient plus en dissolution que du sulfate acide de potasse et du sulfate d'ammoniaque.

» Je parlerai plus loin de la décomposition que l'eau froide pure fait éprouver au sulfammonate de potasse; ce sel peut se conserver pendant un certain temps sans décomposition lorsqu'il est sec; mais à la longue, l'eau de cristallisation qu'il contient le décompose en sulfate et en sel ammoniacal.

» Les cristaux de sulfammonate de potasse, chauffés au rouge, donnent tous les produits de la décomposition du sulfate d'ammoniaque et du bisulfate de potasse.

Sulfammonate d'ammoniaque.

» L'analyse de ce sel est venue confirmer complétement la composition du sel de potasse. Le sulfammonate d'ammoniaque a pour formule

$$7SO^3\ (SO^2,\ AzH^2)\ 4(AzH^3,\ HO).$$

» Ce sel se produit dans la réaction de l'acide sulfureux sur le nitrite d'ammoniaque.

» Il est blanc, beaucoup plus soluble dans l'eau froide que le sel de potasse; il se décompose dans les mêmes circonstances que le sulfammonate de potasse en sulfate acide d'ammoniaque. Un excès d'ammoniaque lui donne de la fixité.

» Il sert à préparer, par double décomposition, le sel de potasse qui se précipite, dans ce cas, en longues aiguilles nacrées.

» Les sulfammonates de baryte, de strontiane, de chaux, etc., peuvent se préparer par double décomposition; ils sont peu solubles dans l'eau froide et se déposent en poudre cristalline. Il est difficile de les dessécher, car il arrive souvent que ces sels se décomposent spontanément en sulfate, en sulfate d'ammoniaque et en acide sulfurique libre.

» Le sulfammonate de soude ne paraît pas se former avec facilité.

» Le sulfammonate de plomb se prépare, par double décomposition, en présence d'un léger excès d'ammoniaque.

» Les autres sulfammonates sont solubles dans l'eau.

Acide sulfammonique.

» On peut isoler cet acide en traitant des sulfammonates de baryte ou de plomb par l'acide sulfurique étendu.

» On obtient ainsi un acide soluble dans l'eau qui possède une saveur et une réaction fortement acides, et qui, dans son contact avec les bases, peut reproduire les sulfammonates.

» L'acide sulfammonique se transforme rapidement, dans l'eau froide, en acide sulfurique et en bisulfate d'ammoniaque.

Nouveaux sels qui résultent de l'action de l'eau froide sur les sulfammonates.

» J'ai dit précédemment que lorsqu'on fait bouillir des sulfammonates dans l'eau, on les décompose en sulfates et en ammoniaque. Avant d'arriver à ce dernier terme de décomposition, on passe par un état intermédiaire qui constitue une série de nouveaux sels, dont il me reste à faire connaître les propriétés et la composition.

» Quand on abandonne pendant quelques heures des sulfammonates dans de l'eau froide, la liqueur devient fortement acide, contient un bisulfate en dissolution, et laisse déposer un nouveau sel qui présente la plus grande analogie avec le sulfammonate et qui appartient à une nouvelle classe de sels à laquelle je donne le nom de *sulfamidates*.

Sulfamidate de potasse.

» Pour préparer ce sel, on abandonne le sulfammonate de potasse dans l'eau froide pendant quelques heures, ou bien on le traite par de l'eau à la température de 60 à 70 degrés, qui le dissout d'abord, mais qui laisse presque immédiatement déposer de belles lames cristallines de sulfamidate de potasse. L'eau mère est fortement acide, et retient en dissolution du bisulfate de potasse.

» Ce sel a pour formule

$$5\,SO^3\,(SO^2, AzH^2)\,3\,KO,$$

le sulfammonate étant représenté par

$$7\,SO^3\,(SO^2, AzH^2)\,4\,KO + 3\,HO.$$

» Les analyses, dont je passe ici les détails, prouvent que ces deux sels ne diffèrent que par 1 équivalent de bisulfate de potasse.

» Le sulfamidate de potasse est blanc, peu soluble dans l'eau qui n'en dissout que $\frac{1}{60}$ à la température ordinaire. Il présente quelques caractères communs avec le sulfammonate.

» Il se décompose comme lui, dans l'eau bouillante, en sulfate acide de potasse et en sulfate d'ammoniaque.

» Comme le sulfamidate de potasse ne contient pas d'eau de cristallisation, il peut se conserver indéfiniment sans altération; lorsqu'on le chauffe au rouge, il se décompose en dégageant de l'acide sulfureux, de l'ammoniaque et du soufre.

» On prépare le sulfamidate d'ammoniaque en abandonnant pendant quelques heures le sulfammonate d'ammoniaque dans l'eau froide.

» Ce sel est très-soluble, cristallise difficilement et peut être considéré comme un nouveau réactif des sels de potasse, qu'il précipite en formant un sulfamidate de potasse peu soluble. Il est décomposé par l'eau bouillante en sulfate acide d'ammoniaque.

» Les sulfamidates de baryte, de strontiane, de chaux, etc., se préparent par double décomposition et paraissent, en général, plus stables que les sulfammonates.

» Tels sont les faits nouveaux que je voulais avoir l'honneur de soumettre à l'Académie; je résumerai en peu de mots les conséquences théoriques qui résultent de ces recherches.

» On voit d'abord que les acides azoteux et hypoazotique exercent sur les sulfites une action toute spéciale et qui ne présente aucune analogie avec celle des autres combinaisons oxygénées de l'azote.

» En effet, l'acide azotique transforme les sulfites en sulfates, et dégage du gaz rutilant.

» Le deutoxyde d'azote est absorbé intégralement par les sulfites, et donne naissance aux nitrosulfates; tandis que les acides azoteux et hypoazotique, en agissant sur les sulfites, forment une nouvelle série d'acides qui sont composés de soufre, d'oxygène, d'azote et d'hydrogène, et qui, sous l'influence seule de l'eau, se transforment en acide sulfurique et en ammoniaque. Ces corps présentent une analogie évidente avec ceux qui se produisent dans la combinaison de l'acide sulfurique anhydre avec l'ammoniaque, et qui ont été examinés avec tant de soin par MM. H. Rose et Jacquelain.

» La production de l'ammoniaque dans la réaction de l'acide azoteux sur

les sulfites est, je crois, un fait inattendu, qui peut cependant se rattacher à des observations précédentes.

» Ne sait-on pas, en effet, que lorsque l'acide azotique agit avec énergie sur quelques métaux ou sur certaines matières organiques, on observe souvent la formation de l'ammoniaque ?

» Je rappellerai aussi que MM. Pelouze et F. Boudet ont prouvé que l'acide hypoazotique, en solidifiant certaines huiles, produit un corps azoté qui présente tous les caractères d'un amide.

» Ces faits ne resteront pas isolés : je me propose de démontrer, dans une prochaine communication, que les acides azoteux et hypoazotique ne doivent pas être considérés uniquement comme des agents d'oxydation, mais que l'azote contenu dans ces acides peut, en se combinant avec l'hydrogène, former dans quelques cas des sels ammoniacaux, et dans d'autres de véritables amides.

» Les recherches dont j'ai fait connaître aujourd'hui les principaux résultats dépendent donc d'un travail général dans lequel j'examinerai le mode d'action des acides azoteux et hypoazotique sur les différents corps. »

CHIRURGIE. — *Opération d'entérotomie, pratiquée avec succès dans un cas d'étranglement interne de l'intestin grêle; par* M. **Maisonneuve**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Magendie, Roux, Breschet, Velpeau.)

« Tous les chirurgiens s'accordent à reconnaître l'impuissance de l'art dans les étranglements internes de l'intestin grêle. La science ne possède pas encore un seul fait de guérison de cette maladie. Dans un de ces cas désespérés, j'ai fait l'essai d'une opération nouvelle; le succès a couronné mes efforts. Je viens soumettre à vos lumières et les circonstances qui m'ont forcé de franchir les règles de l'art, et les considérations qui m'ont guidé dans cette tentative.

» Madame D****, âgée de 64 ans, portait, depuis quinze ans environ, une hernie inguinale du côté droit. Cette hernie, qui n'avait jamais été contenue par un bandage, s'étrangla le 27 avril 1844, et ne put être réduite, malgré l'emploi méthodique du taxis, des bains, de la saignée et des sangsues. Le 29 au matin, les accidents avaient acquis une intensité telle, qu'il parut dangereux d'attendre davantage. Je proposai l'opération, qui fut immédiatement acceptée par la malade, et pratiquée à 2 heures 30 minutes du soir.

» La tumeur avait le volume de la tête d'un fœtus à terme ; elle contenait

une quantité notable de sérosité, ce qui rendit le premier temps de l'opération extrêmement simple. Après l'écoulement du liquide, je reconnus une anse d'intestin grêle, fortement tendue, de couleur lie de vin, et recouverte à son pédicule de fausses membranes molles, sans organisation appréciable. Le débridement fut pratiqué sur le collet du sac; aussitôt il me fut possible d'attirer au dehors les deux bouts de l'intestin, dans une longueur de 3 ou 4 centimètres; la trace circulaire de l'étranglement était facile à reconnaître, mais rien n'annonçait une altération profonde des tuniques de l'organe; en conséquence, je procédai à la réduction : je m'assurai qu'elle était complète, en introduisant le doigt dans l'orifice herniaire, et en explorant en haut, en bas et sur les côtés, les parties attenantes de la cavité abdominale. La plaie fut ensuite réunie par première intention, au moyen de la suture.

» Les cinq ou six premières heures qui suivirent l'opération, furent parfaitement calmes; mais dans la nuit les accidents reparurent, et se développèrent avec une effrayante rapidité. Le 31, malgré l'administration des purgatifs à toutes les doses et sous toutes les formes, le cours des matières ne s'était point rétabli : déjà le pouls filiforme, la voix éteinte, les traits profondément altérés, annonçaient une fin prochaine. Cependant un examen minutieux des symptômes généraux et de l'état du ventre me donna la conviction que je n'avais point affaire à une péritonite. Le relief considérable des anses de l'intestin grêle, à travers les parois de l'abdomen, indiquait clairement l'obstruction intestinale, comme la cause principale des accidents. C'était donc contre elle que devaient se diriger nos efforts. Nous n'avions plus à compter sur les purgatifs, leur administration était devenue impossible. Il n'y avait d'espoir de salut que dans une seconde opération. Mais ici la science me faisait défaut; elle n'avait à m'offrir aucun précédent : je dus donc chercher toutes mes ressources dans l'étude approfondie du fait que j'avais sous les yeux. Une circonstance m'avait frappé vivement dans l'examen de la malade, c'était le relief que faisaient, à travers la paroi abdominale, les anses distendues de l'intestin grêle. Je pensai qu'il serait possible d'aller chercher une de ces anses, de l'attirer au dehors, et d'établir ainsi un anus artificiel, car ces anses distendues étaient évidemment placées au-dessus de l'obstacle. Je fis part de cette idée à mon confrère M. Prévost, et, sur son approbation, je me mis immédiatement à l'œuvre. Je divisai les adhérences de la plaie réunie déjà par première intention; je développai les lambeaux du sac, et j'arrivai bientôt à l'orifice herniaire. Avec le doigt index je rompis d'abord quelques fausses membranes; puis, pénétrant dans l'abdomen, je rencontrai une anse intestinale que je pus, à sa distension

considérable, reconnaître comme appartenant à la portion d'intestin placée au-dessus de l'étranglement. J'avais eu d'abord la pensée de l'attirer au dehors et de l'y fixer par des points de suture; mais, ayant reconnu entre cette anse intestinale et la paroi de l'abdomen, des adhérences intimes, je crus pouvoir me dispenser de cette précaution, et procéder immédiatement à l'ouverture. A l'aide d'une pince à disséquer, je parvins à saisir un pli de l'intestin, et glissant des ciseaux mousses le long de la pince, je divisai le pli transversalement. Un jet de matières m'apprit que j'étais dans la cavité intestinale. J'introduisis cependant mon doigt, pour m'assurer qu'après son affaissement, l'intestin n'avait point perdu ses rapports avec l'orifice herniaire.

» La malade était extrêmement fatiguée, je ne crus pas utile de rien faire pour solliciter la sortie d'une nouvelle quantité de matières, et je me contentai d'appliquer sur la plaie un cataplasme de farine de lin.

» La soirée se passa sans accidents nouveaux; et, bien qu'il ne se fût écoulé qu'une fort petite quantité de matières, les vomissements ne se reproduisirent plus. Le lendemain, 1er mai, la malade resta toujours dans un état d'affaissement considérable; peu de matières s'écoulèrent encore, et pourtant les nausées, les vomissements ne se renouvelèrent pas : un peu d'eau de Seltz sucrée fut bien supportée. Le 2 mai, vers dix heures du matin, une débâcle eut lieu par l'anus contre nature, c'est-à-dire qu'il s'écoula tout à coup une énorme quantité de matières liquides qui inondèrent les garnitures et le lit. Dès lors une amélioration notable se manifesta : les circonvolutions de l'intestin grêle cessèrent de faire relief à travers la paroi abdominale, l'état général d'anxiété disparut comme par enchantement, la malade put prendre avec plaisir des boissons nourrissantes, un peu de vin; elle put supporter de nouveaux lavements purgatifs qui, toutefois, restèrent encore longtemps sans résultat.

» Jusqu'au 8 mai, rien de nouveau ne se manifesta. Les matières continuaient à couler abondamment par l'anus contre nature; les bouillons, les potages pouvaient être supportés, les forces revenaient graduellement, mais l'extrémité inférieure de l'intestin restait toujours insensible à l'action réitérée des lavements purgatifs. Enfin, dans la soirée du 8, on obtint l'expulsion de plusieurs tampons volumineux de matières stercorales endurcies, qui très-certainement séjournaient dans l'intestin depuis un temps considérable; mais cette évacuation ne fut suivie d'aucune autre. Cependant les forces se rétablissaient à vue d'œil, la malade se levait sur son séant, mangeait de bon appétit. Complétement rassurée sur son existence, elle commençait à se

préoccuper de la persistance de son anus contre nature, par lequel les matières coulaient presque continuellement. Je pensai que le moment était venu de commencer la cure de cette infirmité; nous étions au 21 mai, à plus de trois semaines de l'opération. Je fis construire, avec de la charpie, de petits bourdonnets destinés à boucher l'orifice extérieur; j'indiquai la manière de les introduire, de les maintenir par un bandage triangulaire, et je recommandai à la malade de les garder une ou deux heures chaque fois, à moins qu'elle n'éprouvât de fortes coliques. J'avais pour but d'opposer, à la sortie des matières, un léger obstacle mécanique, afin de les forcer à prendre la voie normale. Le résultat dépassa toutes mes espérances. Le 23, vers midi, à la suite d'un repas dans lequel la malade avait mangé une côtelette de veau aux petits pois, de légères coliques se firent sentir dans tout le bas-ventre, et une abondante évacuation de matières molles et semi-liquides eut lieu par les voies naturelles. A dater de ce moment tout écoulement cessa d'une manière absolue par l'orifice anormal, et, le 29 mai, un mois juste après la première opération, la malade pouvait se lever, se promener, boire et manger comme en pleine santé. Le linge cératé qui recouvrait la plaie était à peine sali par un suintement stercoral; les selles étaient régulières, précédées seulement de légères coliques.

» Aujourd'hui, 16 septembre 1844, la malade est toujours restée complétement guérie. Les coliques diminuent de jour en jour. Je me borne, pour l'instant, à signaler le résultat heureux de cette première tentative d'entérotomie pratiquée sur l'intestin grêle. Dans un autre travail j'examinerai le degré d'importance que peut avoir cette méthode thérapeutique dans le traitement des nombreuses variétés d'oblitération intestinale, et les modifications qu'il serait convenable de faire subir au procédé que j'ai suivi pour le rendre applicable à tous les cas. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HELMINTHOLOGIE. — *Observation d'une espèce de ver de la cavité abdominale d'un lézard vert-piqueté des environs de Paris, le* Dithyridium lacertæ, Nob.; *par* M. VALENCIENNES.

(Commission précédemment nommée pour un Mémoire du même auteur sur une autre espèce d'entozoaires.)

« Plus on se livre à l'étude de l'helminthologie, et plus les animaux variés

et nouveaux que l'on découvre augmentent l'attrait attaché à cette sorte de recherches.

» Les zoologistes sont aujourd'hui d'accord pour les diviser en deux grands ordres. Les uns, appelés *Cavitaires* ou *Nématoïdes*, ont une organisation assez complexe; un canal digestif entouré, comme je l'ai fait voir pour les filaires, d'organes glanduleux qui doivent jouer un rôle dans leurs fonctions digestives: cet intestin, distinct des tuniques du corps, est enveloppé dans les nombreux replis des canaux qui constituent l'appareil reproducteur. D'autres helminthes, nommés *Parenchymateux*, ont pour tube digestif distinct de la peau, des canaux ramifiés et creusés dans le parenchyme celluleux du corps; on voit, dans le liquide qui gonfle le ver, des granules nombreux qui y sont tenus en suspension; c'est à peine si l'on aperçoit des organes reproducteurs.

» Il semble que ces deux ordres de vers appartiennent à des groupes isolés, éloignés les uns des autres; mais la nature nous présente, dans les Linguatates, le lien qui les réunit, et elle nous fait voir alors une sorte de création particulière, tantôt complexe, tantôt très-simple, mais continue pour tous les êtres parasites vivants dans les divers organes des êtres animés.

» Celui que je vais décrire me semble offrir aux zoologistes plusieurs genres d'intérêt, car il va fixer une des espèces douteuses de Rudolphi, et constituer en même temps un genre nouveau.

» J'ai trouvé, dans la cavité abdominale d'un lézard vert piqueté (*Lacerta viridis*, Lin.), un nombre assez considérable de petits helminthes que je ne tardai pas à reconnaître pour être d'un genre et d'une espèce particulière.

» Soixante-trois individus étaient libres sous le péritoine; ils s'étaient développés dans la cavité péritonéale, car, ayant insuflé l'intestin pour m'assurer s'ils n'auraient pas pu sortir du tube digestif par une déchirure de ses tuniques, je l'ai rempli d'air et gonflé. Ayant ensuite examiné le canal intestinal, je n'y ai pas trouvé un seul helminthe. Ces parasites de l'abdomen du lézard étaient tous de couleur blanche, de forme un peu ovoïde, leur longueur de 3 millimètres, leur largeur de 1 seul; on les aurait pris aisément pour des petites graines. En remplissant la cavité du ventre d'eau à peine tiède, j'en ai vu plusieurs s'allonger, et leur plus grande extension n'a pas dépassé 1 centimètre; le corps n'a pas paru diminuer sensiblement de largeur, mais il devenait plus mince.

» Avec l'aide d'une loupe simple, on remarque les plis nombreux dont le corps est traversé, et l'on voit à l'une des extrémités un petit renflement, comme un petit bouton, et indiquant que la tête du petit ver est de ce

côté; elle rentre en se repliant à la manière de celle de la plupart des vers parenchymateux. En plaçant maintenant le petit animal sous le microscope, il est facile d'observer, à travers la transparence de ses téguments, que les rides ne sont autres que des plis de la peau, que le corps n'est pas articulé, que l'intérieur du corps est rempli de granules irréguliers anguleux, nombreux en avant, et devenant plus rares vers la partie postérieure. On observe de chaque côté deux canaux longitudinaux étroits, très-onduleux, semblables à ceux des Scolex.

» Quand la tête est tout à fait sortie, elle se montre sous la forme d'un disque convexe portant quatre oscules creux. S'ils ne sont pas tout à fait ouverts, leurs deux bords rapprochés dessinent un petit trait longitudinal ou transversal. Quelquefois il y a plusieurs plis, si les bords se sont froncés. Il est rare de voir les oscules complétement ouverts. Je ne les ai ainsi observés que deux ou trois fois.

» L'extrémité postérieure du corps est remplie par une masse jaunâtre d'une apparence celluleuse, un peu plus dense que les parties antérieures, et que M. Dujardin considère, avec beaucoup de raison, comme une ébauche des organes reproducteurs.

» On n'observe rien de plus dans la simplicité de l'organisation de ces petits êtres.

» Leur forme générale, la présence des canaux ondulés internes, prouvent qu'ils sont voisins des Scolex; mais la disposition des oscules de la tête, et la nature anguleuse des granules intérieures établissent des différences appréciables entre ces vers et le genre qui vient de leur être comparé.

» En cherchant dans l'ouvrage de Rudolphi, si cet infatigable helminthologiste n'avait pas observé un ver semblable, j'ai trouvé, dans la liste des espèces laissées par lui comme douteuses, et encore incertaines, deux observations qui ont les plus grands rapports avec les miennes, et qui lui ont été communiquées par le célèbre Bremser, de Vienne. Celui-ci a vu, dans des tubercules du foie d'un lézard vert, six helminthes, à la tête desquels il n'a signalé que deux oscules; le même savant a observé un autre ver d'une espèce très-probablement semblable dans le lézard gris (*Lacerta muralis*), mais Rudolphi croit cependant que ces deux helminthes sont du même genre que deux autres petits vers observés aussi par Bremser dans une perdrix de roche, et qui auraient eu quatre oscules autour du disque céphalique. Rudolphi dit qu'il aurait désigné les vers du lézard sous le nom de *Dithyridium*, s'il ne lui était pas resté des doutes, à cause de leur grande ressemblance avec ceux de la perdrix, et s'il avait pu les étudier avec

plus de détails; mais les individus que M. Bremser lui avait communiqués n'étaient pas assez bien conservés.

» Comme je n'ai trouvé ces helminthes indiqués dans aucun autre auteur, comme nous ne possédons encore qu'un très-petit nombre d'observations sur les vers des reptiles, et enfin comme je crois retirer des espèces douteuses une de celles que Rudolphi y avait laissées, j'ai pensé qu'il était utile de publier la description de cet animal, en l'accompagnant d'une figure détaillée, et faites sur les animaux au moment où ils venaient de mourir, afin de fixer davantage les idées.

» M. Dujardin est tout à fait du même avis que moi sur la détermination de cette espèce.

» Il a bien voulu me dire, quand je lui ai communiqué mon observation, qu'il avait vu un helminthe très-semblable sur la plèvre d'un singe d'Amérique. La Note qu'il a conservée, et le dessin qu'il en a fait, offrent les plus grandes ressemblances avec ceux que j'ai vus en grand nombre dans ce lézard.

» Il y a lieu de croire que d'autres mammifères nourrissent aussi de ces parasites, car un célèbre anatomiste, à qui j'ai montré cette espèce de ver, croit se rappeler en avoir observé de très-voisins sur le péritoine d'un lapin. »

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Mémoire sur les lignes courbes non planes; par* M. DE SAINT-VENANT.

(Commissaires, MM. Poinsot, Lamé, Binet.)

« 1. Lorsqu'on applique les formules de la géométrie analytique à divers problèmes, on éprouve souvent le besoin d'en connaître l'interprétation détaillée et les démonstrations les plus directes.

» J'ai eu à faire cette étude sur les formules fondamentales de la théorie des courbes dans l'espace, et j'en présente le résultat dans la première partie de ce Mémoire.

» Le but principal de la seconde partie est de fixer, comme il serait temps de le faire, le choix de termes convenables pour désigner les affections de ces lignes : je montre les méprises et les contradictions que peut amener l'usage de quelques dénominations non encore généralement adoptées, et je propose mon propre choix que je soumets aux géomètres.

» La troisième partie offre un tableau de formules et de leurs combinaisons principales servant à simplifier les calculs et à les rendre praticables.

» Dans la quatrième je poursuis la recherche des propriétés des lignes non planes, et je donne constamment des démonstrations géométriques à côté des résultats analytiques.

PREMIÈRE PARTIE. — *Formules fondamentales.*

» **2.** Soient $\frac{ds}{\rho}$, $\frac{ds}{v}$ les angles infiniment petits formés, le premier, par les deux tangentes, le second, par les deux plans osculateurs menés au point M (x, y, z) d'une courbe et au point M′ qui est distant de

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}.$$

» Sur les deux éléments consécutifs MM′, M′M″ formons un parallélogramme : on aura d^2x, d^2y, d^2z pour les projections de sa diagonale, dx, dy, dz pour celles de son premier côté sur les x, y, z, et par suite, en vertu d'un théorème connu et très-facile à démontrer, $dy\,d^2z - dz\,d^2y$, $dz\,d^2x - dx\,d^2z$, $dx\,d^2y - dy\,d^2x$ pour les projections de son aire sur les plans yz, zx, xy.

» Désignons ces binômes par X, Y, Z. L'aire non projetée est $\frac{ds^3}{\rho}$.

» Donc on a immédiatement

$$\frac{ds^3}{\rho} = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2};$$

et $\frac{\rho X}{ds^3}$, $\frac{\rho Y}{ds^3}$, $\frac{\rho Z}{ds^3}$ sont les cosinus des angles formés, avec les trois plans coordonnés, par le plan osculateur, qui n'est autre chose que celui de ce *parallélogramme de courbure*.

» La même diagonale, projetée successivement sur un des côtés et sur une perpendiculaire à ce côté, donne d^2s et $\frac{ds^2}{\rho}$; d'où

$$\frac{ds^2}{\rho} = \sqrt{d^2x^2 + d^2y^2 + d^2z^2 - d^2s^2}.$$

» **3.** En prolongeant deux des côtés de manière à les rendre égaux à l'unité, et projetant, sur les trois axes, la petite ligne de jonction de leurs extrémités, qui a une longueur $\frac{ds}{\rho}$ et une direction parallèle au rayon du cercle osculateur, on obtient encore

$$\frac{ds}{\rho} = \sqrt{\left(d\frac{dx}{ds}\right)^2 + \left(d\frac{dy}{ds}\right)^2 + \left(d\frac{dz}{ds}\right)^2};$$

et $\frac{\rho d \frac{dx}{ds}}{ds}$, $\frac{\rho d \frac{dy}{ds}}{ds}$, $\frac{\rho d \frac{dz}{ds}}{ds}$ sont les cosinus des angles de ce rayon avec les x, y, z.

» 4. Soient maintenant deux parallélogrammes de courbure consécutifs MM′M″, M′M″M‴ : l'angle de leurs plans est $\frac{ds}{v}$, et leurs aires sont $\frac{ds^3}{\rho}$, $\frac{ds^3}{\rho} + d.\frac{ds^3}{\rho}$. Formons, sur deux lignes droites numériquement égales à ces aires et normales respectivement aux deux plans, un nouveau parallélogramme : son premier côté aura les projections X, Y, Z, et sa diagonale dX, dY, dZ sur les trois axes, et son aire, YdZ − ZdY, ZdX − XdZ, XdY − YdX sur les trois plans.

» Ces binômes reviennent à dx, dy, dz multipliés par un même trinôme

$$\mathrm{X}d^3x + \mathrm{Y}d^3y + \mathrm{Z}d^3z.$$

L'aire non projetée est

$$\frac{ds^6}{\rho^2}\,\frac{ds}{v}.$$

Donc

$$\frac{1}{v}\cdot\frac{ds^6}{\rho^2} = \mathrm{X}d^3x + \mathrm{Y}d^3y + \mathrm{Z}d^3z.$$

» Cette équation, qui donne v, se démontre encore plus directement si l'on considère que $d^3x\,\frac{\rho \mathrm{X}}{ds^3} + d^3y\,\frac{\rho \mathrm{Y}}{ds^3} + d^3z\,\frac{\rho \mathrm{Z}}{ds^3}$ est la longueur de la perpendiculaire abaissée du point M‴ sur le plan MM′M″, et que, divisée par la longueur $ds\cdot\frac{ds}{\rho}$ de la perpendiculaire abaissée du même point sur l'intersection M′M″ des deux plans, elle doit donner le sinus $\frac{ds}{v}$ de leur petit angle.

» On verra (quatrième partie) que presque tout ce qui regarde les lignes dans l'espace peut s'exprimer en fonction de $\frac{1}{\rho}$, $\frac{1}{v}$.

DEUXIÈME PARTIE. — *Considérations sur* $\frac{1}{\rho}$, $\frac{1}{v}$.

» 5. Mais les géomètres sont loin d'être d'accord sur les dénominations à imposer à ces deux affections principales $\frac{1}{\rho}$, $\frac{1}{v}$ d'une courbe : les uns les appellent *première* et *seconde* courbure; les autres, en aussi grand nombre

tout au moins, les appellent *flexions*, ou bien, déniant la qualité de courbure à $\frac{1}{v}$ seulement, la nomment soit *flexion*, soit *torsion* de la courbe.

» 6. Ces dénominations *flexion*, *torsion*, me paraissent devoir être exclues; car elles appartiennent à la mécanique, et elles y désignent tout autre chose que $\frac{1}{r}$, $\frac{1}{v}$, et même que les changements de grandeur de ces quantités. Je l'ai fait remarquer dans d'autres occasions (*) : une verge courbe peut être contenue latéralement, de manière que son axe ne change pas de place quand on la fait tourner sur elle-même, en sorte qu'elle peut éprouver des torsions sans que les angles de ses plans osculateurs varient, et ses *fibres* peuvent être inégalement étendues ou contractées de manière qu'elle éprouve l'effet appelé *flexion*, sans que les tangentes à son axe changent d'inclinaison mutuelle.

» Il faut donc d'autres dénominations.

» 7. Celle de *courbure* convient parfaitement à $\frac{1}{\rho}$.

» Mais celle de *seconde courbure*, pour $\frac{1}{v}$, est repoussée par plusieurs géomètres pour des raisons assez bonnes : elle n'a nul rapport avec l'expression *courbes à double courbure*, comme l'entendait Clairaut. Sa seule forme s'oppose à ce qu'elle puisse être regardée comme définitive; elle peut tromper, et faire chercher quelque chose qui n'existe pas.

» Je suis arrivé d'ailleurs, dans un problème, à un résultat singulier qui peut se reproduire dans d'autres cas; c'est une ligne droite, limite d'une suite d'hélices, et pour laquelle il faut supposer une grandeur *finie* à cette affection $\frac{1}{v}$, *arbitraire, en effet, et non nulle* pour la ligne droite en général. Si on l'appelait définitivement courbure, on serait en contradiction avec la définition des lignes courbes, car il faudrait quelquefois attribuer une *courbure* à une ligne droite. Cet inconvénient disparaîtra si l'on fait usage d'un mot scientifiquement nouveau, en supposant même que sa signification vulgaire soit analogue à celle de courbure.

» 8. Je propose donc, pour $\frac{1}{v}$, le mot *cambrure*. Il se dit plus, comme on sait, des surfaces que des lignes, et même, étymologiquement, il se rapporte surtout aux surfaces formées en ployant un plan; en sorte qu'il convient

(*) *Comptes rendus*, séances des 30 octobre 1843 et 1er juillet 1844.

bien à cette affection des courbes non planes qu'elles empruntent à la surface *développable* formée de l'ensemble de leurs éléments prolongés. Il est expressif, sans équivoque ni contradiction; sa symétrie avec le mot *courbure*, et sa brièveté, compensent, dans le discours, la rudesse de prononciation qu'on lui reprochera peut-être.

» La ligne ρ sera, comme dans les courbes planes, le *rayon* de courbure. Celle v pourra être appelée de même le *rayon* de cambrure, car elle sert bien de rayon à certains cercles osculateurs de la surface en question et à la base circulaire d'un cône osculateur dont nous allons parler.

» Je ne donne pas d'extrait de la troisième partie; plusieurs résultats de calculs donnés à cette partie, sont cités ci-après.

QUATRIÈME PARTIE. — *Autres théorèmes et formules.*

» **9**. *Angle de courbure et cambrures composées.* — Soit $\frac{ds}{r}$ le petit angle que font les directions des rayons de courbure en M, M'.

» Concevons trois éléments consécutifs MM', M'M'', M''M''', le plan des deux premiers et le plan des deux derniers. Du point M' menons trois droites, savoir: dans le premier plan, une perpendiculaire au premier élément; dans le second plan, une perpendiculaire au second élément; enfin, dans le premier plan, une perpendiculaire au second élément. Si ces droites ont des longueurs égales à l'unité, leurs extrémités forment un triangle rectangle dont l'hypoténuse, comprise entre les deux premières, est $\frac{ds}{r}$, et les deux côtés de l'angle droit sont $\frac{ds}{\rho}$, $\frac{ds}{v}$; donc

$$\frac{ds^2}{r^2} = \frac{ds^2}{\rho^2} + \frac{ds^2}{v^2}.$$

» **10**. *Cône osculateur.* — Le cône oblique, ayant pour sommet un point de la courbe donnée, pour apothème une longueur ρ de la tangente, et pour base perpendiculaire à l'apothème un cercle d'un rayon v, tangent au plan osculateur, est osculateur lui-même de la courbe et de la surface de ses tangentes.

» **11**. *Droites rectifiantes.* — L'axe de ce cône est une de ces droites, perpendiculaires à la fois aux directions de deux rayons de courbure, qui constituent les génératrices de la surface *rectifiante* de Lancret. On a, pour

l'angle H que cette droite fait avec la tangente en M,

$$\text{tang}\, \text{H} = \frac{v}{\rho}.$$

» Et si X'_s, Y'_s, Z'_s représentent les binômes $d\frac{dy}{ds}d^2\frac{dz}{ds} - d\frac{dz}{ds}d^2\frac{dy}{ds}$, $d\frac{dz}{ds}d^2\frac{dx}{ds} - d\frac{dx}{ds}d^2\frac{dz}{ds}$, $d\frac{dx}{ds}d^2\frac{dy}{ds} - d\frac{dy}{ds}d^2\frac{dx}{ds}$, on a, pour les cosinus de ses angles avec les x, y, z,

$$\frac{\rho^2 r X}{ds^3}, \quad \frac{\rho^2 r Y'_s}{ds^3}, \quad \frac{\rho^2 r Z'_s}{ds^3}.$$

Comme on a

$$X'_s d^3\frac{dx}{ds} + Y'_s d^3\frac{dy}{ds} + Z'_s d^3\frac{dz}{ds} = \frac{ds^5}{\rho^5}\, d\frac{\rho}{v},$$

l'angle de deux droites rectifiantes consécutives est

$$\frac{v^2 d\frac{\rho}{r}}{\rho^2 + v^2} = -\, d\text{H}.$$

» **12**. *Arête de rebroussement de la surface rectifiante.* — ξ, η, ζ étant les coordonnées du point où ces deux droites vont se rencontrer à la distance

$$\pm\sqrt{1 + \frac{\rho^2}{v^2}}\cdot\frac{ds}{d\frac{\rho}{v}} = \mp\frac{ds \sin \text{H}}{d\text{H}},$$

on a

$$\xi - x = -\frac{\rho^3 X'_s}{ds^2 d\frac{\rho}{v}}, \quad \eta - y = -\frac{\rho^3 Y'_s}{ds^2 d\frac{\rho}{v}}, \quad \zeta - z = -\frac{\rho^3 Z'_s}{ds^2 d\frac{\rho}{v}},$$

et l'élément de l'arête, répondant à ds, a pour longueur

$$\sqrt{1 + \frac{\rho^2}{v^2}}\, d.\frac{ds}{d\frac{\rho}{v}}.$$

» **13**. *Surface gauche des rayons de courbure, et sa courbe de gorge ou de striction. Plus courte distance de deux rayons consécutifs.* — La petite perpendiculaire commune aux deux rayons, les rencontrant tous deux,

et mesurant sa plus courte distance, a pour longueur

$$\frac{\rho\, ds}{\rho^2 + v^2} = ds \cos \mathrm{H};$$

elle partage le rayon ρ, à partir du point M, en deux segments proportionnels à v^2 et ρ^2.

» L'ensemble de ces points, où chaque rayon passe le plus près du suivant, forme la *courbe de gorge* de cette surface; chacun d'eux est un centre de courbure de la surface rectifiante. Cette courbe coupe le rayon sous un angle fini dont la cotangente est $\frac{d.\rho \sin^2 \mathrm{H}}{ds \cos \mathrm{H}}$.

» **14.** *Surface gauche des normales aux plans osculateurs menées par les points de la courbe donnée.* — Elle a pour gorge la courbe donnée même. C'est une surface réglée d'un genre en quelque sorte opposé aux surfaces développables; car, dans celles-ci, les angles de la courbe de gorge et des génératrices sont tous nuls.

» **15.** *Sphère osculatrice.* — Soient R le rayon, et ξ, η, ζ les coordonnées du centre de la sphère qui a un contact du troisième ordre, avec la courbe donnée au point (x, y, z), on a

$$\xi - x = -\frac{\rho^2 v}{ds}\, d.\frac{\mathrm{X}}{ds^3} = \rho\,\frac{\rho d\frac{dx}{ds}}{ds} + \frac{v\, d\rho}{ds}.\frac{\rho \mathrm{X}}{ds^3}, \quad \eta - y = \ldots, \quad \zeta - z = \ldots,$$

et

$$\mathrm{R} = \sqrt{\rho^2 + \left(\frac{v\, d\rho}{ds}\right)^2}.$$

En sorte qu'on a le centre de cette sphère en portant sur la droite polaire, à partir du centre de courbure, une longueur $\frac{v d\rho}{ds}$.

» **16.** *Lieu des centres des sphères osculatrices.* — L'élément de cette courbe a pour longueur correspondante à celle ds de l'élément de la courbe donnée, $\frac{\rho}{v}\, ds + d\,\frac{v d\rho}{ds}$.

» En sorte que ses rayons de courbure et de cambrure sont

$$\rho + \frac{v}{ds}\, d\,\frac{v d\rho}{ds}, \quad \frac{\rho^2}{v} + \frac{\rho}{ds}\, d\,\frac{v d\rho}{ds}.$$

Et il n'est pas exact de dire qu'il y a *réciprocité* entre les deux affections de

cette courbe et celles de la courbe donnée. M. Transon en avait fait la remarque.

» **17**. *Lieu des centres de courbure.* — La première partie $\frac{\rho}{v}ds$ de l'élément du lieu des centres des sphères représente la projection, sur la droite polaire, de l'élément du lieu des centres de courbure : la longueur de ce dernier élément est $\frac{\mathfrak{R}}{v}ds$. La tangente à cette même courbe fait, avec la droite polaire, un angle égal à celui que fait le rayon de courbure avec le rayon de la sphère osculatrice, et elle va couper le prolongement de ce dernier rayon sous un angle dont le complément est double de celui-là.

» **18**. *Démonstration géométrique de divers résultats de calcul.* — Si, d'un même point, on tire deux droites parallèles respectivement aux rayons de courbure en M et en M', et si l'on porte sur elles des longueurs $\frac{ds}{\rho}$, $\frac{ds}{\rho}+d\frac{ds}{\rho}$, le parallélogramme de ces deux droites aura une aire $\frac{ds^2}{\rho^2}\frac{ds}{r}$, et les trois projections de cette aire sur les plans coordonnés seront X'_s, Y'_s, Z'_s. Donc

$$X'^2_s+Y'^2_s+Z'^2_s=\frac{ds^6}{\rho^4 r^2}=\frac{ds^6}{\rho^4}\left(\frac{1}{\rho^2}+\frac{1}{v^2}\right).$$

Le carré de la diagonale fournit (comme au n° **2**) cette autre équation :

$$\left(d^2\frac{dx}{ds}\right)^2+\left(d^2\frac{dy}{ds}\right)^2+\left(d^2\frac{dz}{ds}\right)^2=\left(d\frac{ds}{\rho}\right)^2+\frac{ds^4}{\rho^2}\left(\frac{1}{\rho^2}+\frac{1}{v^2}\right).$$

Et si l'on prolonge deux côtés, de manière à les rendre égaux à l'unité, on a, pour le carré de la petite ligne de jonction des extrémités,

$$\left(d\frac{\rho d\frac{dx}{ds}}{ds}\right)^2+\left(d\frac{\rho d\frac{dy}{ds}}{ds}\right)^2+\left(d\frac{\rho d\frac{dz}{ds}}{ds}\right)^2=ds^2\left(\frac{1}{\rho^2}+\frac{1}{v^2}\right).$$

Le carré de la diagonale du parallélogramme infinitésimal du n° **3** donne, de même,

$$dX^2+dY^2+dZ^2=\left(\frac{ds^4}{\rho^2 v}\right)^2+\left(d\frac{ds^3}{\rho}\right)^2;$$

et si l'on en prolonge les côtés, de manière à les rendre égaux à l'unité, les projections, sur les trois axes, de la ligne de jonction des extrémités, donnent

ces équations :

$$d\frac{\rho X}{ds^3} = -\frac{\rho}{v}\,d\frac{dx}{ds},\quad d\frac{\rho Y}{ds^3} = -\frac{\rho}{v}\,d\frac{dy}{ds},\quad d\frac{\rho Z}{ds^3} = -\frac{\rho}{v}\,d\frac{dz}{ds}.$$

Les projections, sur les axes, des trois côtés du petit triangle rectangle du n° **9** donnent

$$d\frac{\rho\,d\frac{dx}{ds}}{ds} = \frac{ds}{\rho}\frac{\rho X}{ds^3} - \frac{ds}{\rho}\frac{dx}{ds},\quad d\frac{\rho\,d\frac{dy}{ds}}{ds} = \ldots\ldots,\quad d\frac{\rho\,d\frac{dz}{ds}}{ds} = \ldots\ldots$$

Les trois faces de la pyramide triangulaire, dont ce petit triangle est la base, donnent, étant projetées sur les plans yz, zx, xy, donnent, en divisant par $\frac{1}{2}\frac{\rho^2}{ds^2}$,

$$X'_s = \frac{1}{\rho^2}\left(X + \frac{dx\,ds^2}{v}\right),\quad Y'_s = \frac{1}{\rho^2}\left(Y + \frac{dy\,ds^2}{v}\right),\quad Z'_s = \frac{1}{\rho^2}\left(Z + \frac{dz\,ds^2}{v}\right).$$

Si l'on projette successivement la grande face sur chacune des deux autres, on obtient ces autres équations :

$$XX'_s + YY'_s + ZZ'_s = \frac{ds^6}{\rho^4},\quad X'_s\frac{dx}{ds} + Y'_s\frac{dy}{ds} + Z'_s\frac{dz}{ds} = \frac{ds^3}{\rho^2 v}.$$

En sorte que des considérations de projections fournissent l'interprétation géométrique d'une foule de formules relatives à la théorie des courbes dans l'espace. »

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Observations de météorologie, de magnétisme terrestre, de physique du globe, etc., faites durant la campagne de l'Érigone*; *par* M. **Delamarche.**

(Commissaires, MM. Arago, Duperrey.)

Les importantes recherches de M. *Delamarche* devant être très-prochainement l'objet d'un Rapport, nous nous contentons de les annoncer ici.

A l'occasion de cette présentation, M. **Arago** rappelle qu'un des officiers qui ont le plus activement coopéré aux travaux scientifiques exécutés pendant la dernière campagne de *l'Astrolabe* et de *la Zélée*, M. **Coupvent-Desbois**, vient d'être grièvement blessé à l'attaque de Mogador. En raison de cette circonstance, et attendu que le Rapport sur l'ensemble des résultats

obtenus dans le cours de l'expédition ne pourra pas être lu très-prochainement, M. Arago demande si l'Académie ne jugerait pas convenable de se faire rendre compte des travaux particuliers de cet officier et de lui témoigner ainsi tout l'intérêt qu'elle lui porte.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Recherches sur la série de Lagrange; par* M. **Chio, Félix.**

(Commissaires, MM. Cauchy, Binet.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Mémoire sur la détermination de l'orbite des comètes dans des circonstances données; par* M. **Ad. Hoduit.** (Adressé de Washington, Louisiane, États-Unis d'Amérique.)

(Commissaires, MM. Mathieu, Laugier, Mauvais.)

M. **Merlini** adresse de Monza un Mémoire écrit en italien, sur la *préparation des papiers de sûreté.*

(Renvoi à l'ancienne Commission des encres et papiers de sûreté.)

M. **Aribert** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur un *four aérotherme continu.* Ce Mémoire est accompagné d'une figure et de divers documents destinés à prouver que l'auteur est le premier qui ait employé, pour la fabrication du pain, un appareil dans lequel la cuisson s'opérât en vertu de l'introduction dans le four d'air échauffé et non du rayonnement des parois, comme c'est le cas dans les fours ordinaires.

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Francœur.)

M. **Oudin**, curé de Bouron, soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur un *nouveau système de chemins de fer,* système qui, suivant l'auteur, doit mettre à l'abri des plus graves accidents auxquels expose ce mode de transport.

(Commission des chemins de fer.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** transmet le LIIe volume des *Brevets d'invention expirés.* (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

ASTRONOMIE. — Les journaux quotidiens ayant commencé à s'occuper des recherches de M. **Bessel** sur les mouvements propres de Sirius et de Procyon, et sur les changements de latitude de Kœnigsberg, M. Arago a cru ne pouvoir plus se dispenser de communiquer à l'Académie ce que des amis d'outre-Rhin lui avaient transmis à ce sujet, sous le sceau du secret. Il serait inutile d'analyser aujourd'hui une communication qui reposait exclusivement sur des ouï-dire, puisque dans peu de jours nous aurons dans les mains les Mémoires de l'illustre astronome prussien.

ASTRONOMIE. — *Rapprochements entre la seconde comète de* 1844 *et plusieurs anciennes comètes; par* MM. **Laugier** *et* **Victor Mauvais**.

« On trouve, dans le Catalogue général, plusieurs comètes dont les éléments ont quelque analogie avec ceux de la dernière comète; nous les avons réunies en un même tableau.

COMÈTE DE	1585.	1678.	1743.	1770.	1844.
Passage au périhélie......	1585,77	1678,65	1743,03	1770,62	1844,67
Distance périhélie........	1,0936	1,2380	0,8380	0,6744	1,2743
Longitude du périhélie...	368°51′	327°46′	92°58′	356°15′	342°42′
Longitude du nœud......	37.42	161.40	68.11	131.55	63.57
Inclinaison.............	6. 4	3. 4	2.16	1.34	4. 2
Sens du mouvement......	Direct.	Direct.	Direct.	Direct.	Direct.

» En comparant les instants du passage au périhélie, on arrive, comme on le voit par le tableau suivant, à une période de $9^{ans},2$.

PASSAGE au périhélie.	DIFFÉRENCE.	NOMBRE de révolutions.	DURÉE des révolutions.
1585,77	ans 92,88	10	ans 9,288
1678,65	64,38	7	9,197
1743,03	27,59	3	9,197
1770,62	74,05	8	9,256
1844,67			

» En recherchant, dans les Cométographies, les détails relatifs à ces différentes comètes, on trouve que celle de 1743 a été considérée, par M. Clausen et par plusieurs autres astronomes, comme pouvant être identique avec celle de 1819, dont voici les éléments :

Passage au périhélie.	1819,91
Distance périhélie.	0,8926
Longitude du périhélie.	67° 19′
Longitude du nœud.	77° 14′
Inclinaison.	9° 1
Sens du mouvement	Direct.

» En introduisant cette comète dans la série précédente, on est conduit aux résultats suivants :

PASSAGE au périhélie.	DIFFÉRENCE.	NOMBRE de révolutions.	DURÉE des révolutions.
1585,77	ans		ans
1678,65	92,88	20	4,644
1743,03	64,38	14	4,599
1770,62	27,59	6	4,596
1819,91	49,29	10	4,929
1844,67	24,76	5	4,952

» Malgré la singulière concordance de cette série, il nous a semblé que les longitudes du périhélie des comètes de 1743 et 1819 étaient trop différentes pour qu'on pût, sans hésitation, considérer ces deux comètes comme identiques avec les autres. On sait, d'ailleurs, que les variations de cet élément sont, en général, moins fortes que celles du nœud pour de petites inclinaisons : cette dernière considération permet d'admettre l'identité des autres comètes de notre tableau, malgré les différences assez considérables que l'on remarque entre les longitudes des nœuds. Du reste, la suppression de ces deux comètes n'entraîne nullement le rejet de la période; les comètes de 1585, 1678, 1770 et 1844 suffisent à elles seules pour établir une série très-concordante (*). »

(*) Nous avions communiqué ces rapports à M. Le Verrier, qui, depuis quelque temps,

ASTRONOMIE. — *Note sur les perturbations de plusieurs comètes; par* M. U.-J. Le Verrier.

« Nous ne pouvons observer les comètes que dans un arc peu étendu de leur orbite, vers leur passage au périhélie. Elles ne sont point alors soumises à l'action perturbatrice des grosses planètes, ce qui rend leur théorie des plus simples. Toutes les observations se représentent par le mouvement dans une même section conique. Les éléments de l'orbite ainsi obtenue sont inscrits dans le catalogue des comètes; et l'on a lieu d'espérer que cela suffira pour reconnaître l'astre, s'il vient un jour à reparaître.

» Cependant, si dans l'intervalle de deux retours, la comète éprouve des perturbations notables, le catalogue deviendra incertain. Je me suis laissé engager, à ce sujet, dans des recherches fort étendues, et que j'espère pouvoir bientôt publier. Les nombreuses comètes découvertes depuis plusieurs années donneront à plusieurs parties de ce travail un intérêt immédiat. J'en extrais aujourd'hui quelques résultats, en me bornant à leur énoncé.

» On satisfait aux observations de la comète de 1770, dans les limites de leur exactitude, au moyen des éléments suivants. Je suppose que le jour commence à minuit.

Demi-grand axe, 14 août 1770	3,163384
Longitude de l'époque	356° 16′ 6″
Excentricité	0,786839
Longitude du périhélie	356° 16′ 27″
Inclinaison	1° 34′ 31″
Longitude du nœud ascendant	131° 59′ 34″

» Si, en partant de ces données, on calcule les perturbations que Jupiter a fait éprouver à la comète dans les années 1776, 1777, 1778, 1779 et 1780, on trouve que celle-ci, après être passée au delà de Jupiter à une distance égale à quatre fois la distance du quatrième satellite, a dû affecter autour du Soleil l'orbite elliptique dont les éléments sont les suivants :

Durée de la révolution	$7^{ans},82$
Passage au périhélie	1844,38
Distance périhélie	1,268
Longitude du périhélie	338° 38′.

---

s'occupe spécialement des perturbations de la comète de 1770; nous avons appris, avec plaisir, que pour ce qui concerne cette dernière comète, le résultat de ses calculs était très-favorable à l'identité que nous avions admise.

» Toutes ces données vont à la comète de M. de Vico, pour laquelle la longitude du périhélie est de 342° 30′ et la distance périhélie est de 1,274. Les plans des orbites ne diffèrent, d'ailleurs, que de quantités fort minimes. Gardons-nous bien, toutefois, d'en rien conclure sur l'identité des deux astres, avant de savoir si la nouvelle comète se meut dans une ellipse. C'est ce que nous ne pourrons tarder à connaître. Les observations se font à la lunette méridienne et au cercle mural. Dès qu'on ne parviendra point à y satisfaire avec la plus entière précision au moyen de la parabole, il faudra rejeter cette courbe. Un scrupule pourrait peut-être encore arrêter les observateurs. Pendant tout le mois de septembre, la comète est à une distance de la Terre inférieure à 0,3. N'aura-t-on point à craindre que la première déviation observée, par rapport au mouvement parabolique, déviation qui sera nécessairement très-petite, ne provienne de l'action perturbatrice de la Terre? Pour lever toute difficulté à cet égard, j'ai calculé rigoureusement les perturbations du rayon vecteur, de la longitude et de la latitude héliocentriques de la comète; et en partant du 1er septembre 1844, j'ai trouvé les résultats suivants :

DATES.	δr.	δv.	$\delta \lambda$.
6 septembre......	— 0″02	0″01	0″00
11............	— 0,11	0,01	0,01
16............	— 0,25	0,00	0,02
21............	— 0,44	0,03	0,04
26............	— 0,68	0,08	0,06

» Les perturbations peuvent donc être négligées, pendant le mois de septembre, sans erreur appréciable sur les positions géocentriques de la comète; elles acquerront peut-être dans les mois d'octobre et de novembre une valeur sensible. Mais j'attendrai, pour les calculer, que le mouvement de la comète soit mieux connu. »

ASTRONOMIE. — *Première approximation des éléments elliptiques de la seconde comète de* 1844; *par* M. FAYE.

« Les éléments paraboliques de M. Goujon, publiés dans un des numéros

du *Compte rendu*, montrent que cet astre parcourt une région de notre système planétaire qui semble, plus particulièrement que les autres, consacrée aux comètes à courte période : presque toutes celles qu'on a pu calculer dans l'ellipse se meuvent dans cette région, lieu des centres d'attraction secondaires les plus puissants, et comme leurs orbites sont peu excentriques, le désaccord des observations avec l'hypothèse parabolique se fait bientôt sentir. Toutefois, ce désaccord est masqué, pendant un temps plus ou moins long, par l'imperfection même qui est ordinairement inhérente aux observations cométaires, et l'on est obligé d'attendre que les observations extrêmes comprennent un arc assez étendu pour que l'influence des erreurs cesse d'être prédominante. Dans le cas actuel, les circonstances sont exceptionnellement favorables: la comète a pu être observée aux instruments méridiens armés de pouvoirs amplifiants considérables, et son noyau brillant offrait un point de mire assuré. Aussi les observations que l'état du ciel a permis de faire jusqu'ici à l'Observatoire de Paris sont-elles d'une grande précision, et la confiance absolue qu'elles méritent autorise des tentatives qu'il eût autrement fallu remettre à une époque plus éloignée.

» Sur les positions de la comète observées le 2, le 4 et le 7 septembre, corrigées de l'aberration et de la parallaxe à l'aide d'une première ébauche, j'ai calculé avec soin une orbite parabolique; le 10 septembre, c'est-à-dire trois jours après, cette orbite présentait déjà des erreurs dix-huit fois plus fortes que l'erreur probable d'une de nos observations. L'espoir que j'avais déjà conçu, d'après des analogies plus ou moins justes, d'arriver à une orbite elliptique peu excentrique et à période courte, se trouvait ainsi légitimé, et j'entrepris immédiatement le calcul sur les observations du 2, du 7 et du 10 septembre, en y appliquant la belle méthode de M. Gauss. Cette méthode a l'avantage d'être absolument indépendante de toute hypothèse sur la nature de la section conique que l'astre décrit dans son mouvement autour du Soleil, en sorte qu'elle ne donne que ce qui est virtuellement contenu dans les observations mêmes. Voici le résultat de mes calculs :

» La seconde comète de 1844 décrit une ellipse peu excentrique; le temps de sa révolution est de 5 ans 46 jours environ.

Temps du passage au périhélie. 1844, septembre...	2,59961
Longitude du périhélie........................	342° 35′ 36″
Longitude du nœud ascendant..................	63° 42′ 50″
Inclinaison..................................	2° 51′ 46″
Excentricité.................................	0,6019600
Demi-grand axe...............................	2,9710986
Distance périhélie...........................	1,1826161

» Les distances de la comète à la Terre ont varié de 0,186 à 0,197, depuis le 2 septembre jusqu'au 14.

» Cette orbite représente parfaitement les positions qui ont servi de base au calcul; mais comme les corrections préalables d'aberration et de parallaxe que je leur ai appliquées ont été déduites de l'orbite parabolique, ces corrections seront actuellement mieux déterminées par l'ellipse elle-même; et, pour en tenir compte, il faudra faire subir aux éléments une légère modification. Le 14, l'état du ciel a permis de faire une nouvelle observation méridienne qui, comparée à l'ellipse actuelle, donne 4″,3 pour l'erreur en ascension droite, et 8″,2 pour l'erreur en déclinaison. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une anomalie extraordinaire dans les marées d'un point de la côte orientale d'Irlande.* (Extrait d'une Lettre de M. **Airy** à M. *Miller.*)

« .... Je vous prie de présenter mes meilleurs compliments à M. Arago, » et de l'informer que je viens de découvrir un lieu situé sur la côte orientale » d'Irlande où la marée solaire est plus grande que la marée lunaire, » quoique des deux côtés de cet endroit particulier la marée solaire soit » (comme de coutume) plus petite que la marée lunaire. Ce lieu est près d'un » *nœud* et la place du nœud n'est pas la même pour la marée solaire et pour » la marée lunaire....

» ...... Une marée *quarto-diurne* qui se montre sensible dans ma discussion » de toutes les marées des environs, n'est pas influencée par ce nœud, et, » conséquemment, y devient, dans les circonstances ordinaires, le phéno- » mène le plus frappant. Tout considéré, c'est la chose la plus étrange que » j'aie jamais vue. Demandez à M. Arago s'il désire un court extrait de mon » travail pour *les Comptes rendus.* »

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouveaux thermomètres à déversement de* M. **Aimé**.

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Regnault.)

« Ces deux instruments accusent, le premier, toutes les variations de température quand elle augmente;

» Le deuxième, toutes les variations de température quand elle diminue.

» Quand on les renverse ils n'indiquent plus rien.

» Pour les faire servir à la détermination des températures de la mer, on les place dans un cylindre en cuivre bien fermé et on les descend à une profon-

deur déterminée. On attend qu'ils prennent la température de la couche où ils se trouvent, puis on les retourne et on les retire.

» Si la température augmente depuis cette couche jusqu'à la surface, il n'y a que le thermomètre à maximum qui laisse échapper du mercure, l'autre conserve l'apparence qu'il avait avant son immersion.

» Si la température diminue d'abord au-dessus de la couche où a eu lieu le retournement et augmente ensuite jusqu'à la surface, on remarque, quand on a retiré les thermomètres, que le déversement du mercure s'est effectué dans les deux appareils.

» La température de la couche inférieure est égale à celle de la surface de la mer, diminuée du nombre de degrés indiqué par le thermomètre à maxima et augmentée du nombre de degrés indiqué par le thermomètre à minima.

» La variation de température de l'un ou l'autre instrument est estimée par la longueur de colonne qu'occupe dans le tube du thermomètre le mercure déversé.

» Après une opération, le mercure déversé est ramené dans le réservoir d'où il s'était échappé. »

ÉLECTRICITÉ ANIMALE. — *Mémoire sur la mesure de la force nerveuse développée par un courant électrique; par* M. CH. MATTEUCCI. (Extrait par l'auteur.)

« L'auteur s'est proposé, dans ce Mémoire, de résoudre le problème suivant : Une certaine quantité de zinc étant donnée, si l'on vient à l'employer dans une pile, déterminer quel est le travail mécanique développé par une grenouille dont les nerfs lombaires sont parcourus par le courant qui est engendré par cette quantité donnée de zinc.

» L'épine d'une grenouille récemment préparée est serrée dans une pince métallique; on attache aux deux pattes de la grenouille un certain poids qui porte un index; une échelle, divisée en millimètres, est fixée verticalement à côté de l'index; enfin, une aiguille de platine est introduite dans les muscles du bassin de la grenouille, tout près de ses cuisses. Si l'on fait maintenant passer le courant par la pince et l'aiguille de platine, on verra la grenouille se contracter, soulever le poids à une certaine hauteur, dans un certain temps. En faisant passer ce courant à des intervalles de temps très-rapprochés, on a une suite de contractions ou d'efforts musculaires qui peuvent être mesurés, le poids soulevé, le temps employé et l'espace parcouru par ce poids étant donnés par l'ex-

périence. Dans le même temps, un voltaïmètre, compris dans le circuit, donne la quantité d'électricité qui est passée, et par conséquent la quantité de zinc qui s'est dissoute. Il n'est pas difficile de se faire une idée de toutes les difficultés de l'expérience, et l'on trouve dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, toutes les précautions que j'ai employées. Il fallait principalement n'opérer qu'avec un courant dont l'intensité ne fût pas supérieure à celle qui excite dans la grenouille le maximum de la contraction dont elle est susceptible. En opérant dans ces conditions, j'ai trouvé que l'effort musculaire était réduit à moitié, si le courant était diminué de moitié; à un tiers, si le courant était réduit à un tiers; et ainsi de suite. Voici maintenant les nombres auxquels je suis parvenu dans la résolution du problème que je me suis posé : 3 milligrammes de zinc, dissous dans une pile pendant vingt-quatre heures, produisent un courant qui, passant à travers les nerfs lombaires d'une grenouille récemment tuée, donne une quantité de travail exprimée par $5^{\text{k.m.}},5419$ dans le même temps. Si l'on compare maintenant cette quantité de travail à celle qu'on aurait obtenue en brûlant les 3 milligrammes de zinc ou l'équivalent de charbon sous une machine à vapeur, on aura $0^{\text{k.m.}},834$, nombre beaucoup moindre; de même, en faisant agir le courant dans une machine électro-magnétique, on n'aurait obtenu que $0^{\text{k.m.}},96$.

» Il en résulte donc que la meilleure condition pour faire produire le maximum d'effet mécanique à un courant électrique, c'est de le faire agir sur les nerfs d'un animal. Trompé par des souvenirs, j'avais cru que les expériences de MM. Dulong et Despretz conduisaient à prouver que l'animal cède au calorimètre moins de chaleur qu'il n'en développe par la respiration; j'avais alors pensé qu'on pouvait, d'une manière tout à fait hypothétique, s'expliquer la force musculaire en admettant la transformation de l'électricité développée par une partie des actions chimiques de la nutrition en force nerveuse. Mais, comme c'est précisément le contraire qui résulte des expériences de ces physiciens, l'application dont j'ai parlé dans le Mémoire inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome XI, ne peut avoir lieu.

» L'importance de la recherche qui fait le sujet de ce Mémoire m'a fait désirer des appareils plus exacts que ceux que j'ai employés jusqu'ici dans mes expériences. J'ai eu pour cela recours à M. Breguet, dont la bonne volonté est inépuisable, et dont le talent est toujours à la hauteur des questions difficiles qu'on lui propose. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les appareils que j'emploierai désormais. La première amélioration très-importante

apportée à mon instrument est celle d'une aiguille d'ivoire très-mobile, qui est poussée par l'index mis en mouvement pendant la contraction; cette aiguille reste en place pour marquer l'espace parcouru par l'index. Outre cela, avec trois pointes métalliques fixées à la base du poids soulevé, pointes qui plongent dans deux capsules de mercure avant que la contraction ait lieu, et cessent d'y plonger lorsque la contraction arrive, on parvient à déterminer avec un compteur l'intervalle entre deux contractions successives. Un électro-aimant temporaire est introduit dans le circuit, et, par une disposition très-simple, vient à heurter contre le bouton du compteur. Ainsi, lorsque le courant commence, le compteur marque; mais alors la contraction a lieu, le poids est soulevé, le circuit est interrompu; l'électro-aimant se détache; la contraction finie, le poids retombe, le circuit est rétabli, le courant passe, l'électro-aimant agit et le compteur signe. La seconde contraction a lieu dans le même temps; le circuit est de nouveau interrompu; ainsi de suite. Je rapporterai ici une seule expérience faite avec M. Breguet, pour nous assurer de la marche de l'appareil. En opérant successivement sur différentes grenouilles, nous avons trouvé que, pour les dix premières secondes, l'intervalle entre deux contractions était 0",25; dans les dix secondes suivantes, cet intervalle devenait 0",33, et puis 0",41, 0",58. Ce résultat est dû uniquement à l'affaiblissement de l'animal et à l'action du courant.

» Je n'ai voulu rapporter ici ces expériences que dans le seul but de faire connaître à l'Académie les améliorations très-importantes que j'ai pu apporter à mes appareils par le concours de M. Breguet. Je me propose de continuer ces recherches, qui me semblent de quelque intérêt pour la physique et la physiologie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur le phénomène des bandes polaires, observé le 23 juin 1844; par* M. J. FOURNET.

« MM. Arago et Laugier ont publié une intéressante Notice sur le phénomène des bandes polaires qu'ils ont eu occasion d'observer à Paris dans la soirée du dimanche 23 juin (1). Ayant été témoin du même fait à Condrieu, sur les bords du Rhône, j'ai pensé qu'il ne serait pas sans impor-

(1) La Notice de M. Arago est publiée dans les *Comptes rendus*, tome XVIII, page 1168; une erreur d'impression a substitué le chiffre 24 au chiffre 23 qui est la date réelle du phénomène, puisqu'il eut lieu le dimanche; cette erreur n'existe d'ailleurs pas à la Table des matières. (Note de M. *Fournet*.)

tance de faire ressortir l'extension remarquable que le météore a acquise dans cette circonstance, et je vais en même temps donner le détail des diverses influences sous lesquelles il m'a paru se développer.

» Depuis le 21 juin 1844, dans notre pays, le temps fut généralement beau, sauf une faible pluie qui tomba dans la soirée du 22 juin; le ciel ne présentait que des cirrhi et des cumuli plus ou moins nombreux; la chaleur était forte, et le vent, qui variait du sud-ouest à l'ouest, prit graduellement de la force, au point de devenir très-intense dans la journée du 23 juin. Ce fut alors que je partis dans la matinée avec M. Pigeon, ingénieur des Mines, pour faire la traversée du Pila, de Rive-de-Gier à Pelussin.

» On n'aperçut d'abord que des cirrhi, mais vers 10 heures du matin, à l'ouest et à environ 35 degrés au-dessus de l'horizon, il s'établit un cumulus isolé, qui, à en juger par la disposition de ses terminaisons en balayures, semblait soumis à un vent d'ouest, malgré le sud violent qui régnait au bas. Ce flocon, affectant une remarquable immobilité, persistait dans sa place originaire, et, durant l'après-midi, il s'allongea simplement, suivant sa direction primitive de l'ouest à l'est, tandis que d'autres cumuli s'aggloméraient sur ses flancs; finalement, toute la région du Pila se trouva couverte d'un stratus condensé, dont l'aspect sombre et menaçant promettait un orage prochain. Quelques gouttes commencèrent même à tomber, mais le calme qui succéda à la tempête du jour, ainsi que l'éclaircie périodique du soir, mirent fin à cette crise atmosphérique, et la masse nuageuse fut bientôt assez raréfiée pour se laisser colorer d'une manière intense par les rayons rouges du soleil couchant.

» Aucun autre fait remarquable ne fixa notre attention pendant la durée du crépuscule; nous arrivâmes d'ailleurs à la nuit tombante à Condrieu, et ce fut seulement à 10 heures 25 minutes du soir que M. Pigeon m'engagea à sortir avec lui pour visiter les bateaux à vapeur qui stationnaient sur le port. C'est alors que nous fûmes témoins de cette magnifique structure nuageuse qui a fixé l'attention de M. Arago à Paris. Des colonnes d'une blancheur et d'une uniformité remarquables, nettement séparées les unes des autres, régulièrement espacées sur toute l'étendue visible du ciel, s'étendaient en travers du bassin du Rhône. La partie ouest, plongeant derrière le Pila, fut invisible pour nous; mais vers l'est, les bandes convergeaient du côté des Alpes, en un point que son éloignement, ainsi que la soudure apparente des colonnes, rendaient confus. On admet, d'ailleurs, que cette convergence est le résultat d'un effet de perspective, et qu'en réalité ces arcs sont autant de lignes droites.

» Nous continuâmes à observer ce singulier spectacle jusque vers minuit, sans remarquer aucune perturbation dans son arrangement; le lendemain, à 4 heures 30 minutes du matin, le faisceau était disloqué, on ne voyait plus que quelques rares cumuli; mais l'influence des vents méridionaux et occidentaux n'étant pas annulée, des cirrhi irréguliers se rétablirent dans la matinée; ils passèrent vers midi à l'état de stratus blanc presque opaque poussé par le sud-ouest; la chaleur fut accablante (33 degrés centigrades); le ciel devint sombre au soir par un vent sud tempêtueux, et enfin dans la nuit eut lieu le violent orage accompagné de grêle et d'*éclairs sans tonnerre*, à l'occasion duquel mon collègue, M. Bravais, a déjà publié une Notice dans les *Comptes rendus*, t. XIX, p. 240.

» En résumant actuellement ces observations, ainsi que celles qui ont été faites à Paris par M. Arago, on voit que le phénomène des bandes polaires a acquis en ce jour un développement remarquable. De Paris il fut entrevu d'abord vers le sud-sud-est, direction qui coïncide avec l'observation de Condrieu, où le nuage médian paraissait stationner au zénith, tandis que ses parallèles se développaient latéralement, tant au nord qu'au sud; la distance de Paris à Condrieu est d'ailleurs de 94 lieues de 25 au degré.

» A Paris, MM. Arago et Laugier aperçurent au sud-sud-est la naissance du méteore vers 8 heures 30 minutes, parce que de leur position éloignée ils pouvaient voir ce qui se passait au-dessus du nuage bas du Pila; il est encore à croire que l'agitation singulière des nuages observée par M. Arago était en connexion avec l'acte de la dissolution de ce stratus orageux inférieur.

» Les arcs noirs vus de Paris étaient les portions de la voûte céleste intermédiaires entre les colonnes blanches nuageuses; c'est du moins ce que nous vîmes parfaitement à Condrieu, et l'intensité de leur teinte n'est probablement qu'un simple effet de contraste produit par l'éclat assez vif des bandes polaires.

» Une des colonnes latérales s'éleva graduellement depuis l'horizon sud jusqu'au zénith de Paris, et disparut après 9 heures du soir; on a vu précédemment qu'à Condrieu il y eut un stationnement qui persista jusqu'après minuit, en sorte que le point fondamental du méteore peut être considéré comme placé au zénith de cette dernière localité.

» L'aiguille aimantée n'ayant manifesté aucune perturbation, je suis porté à ne voir dans le phénomène autre chose qu'un arrangement des nuages, déterminé par le vent d'ouest supérieur, qui se combina plus tard avec le sud inférieur pour former le sud-ouest orageux dont nous fûmes assaillis dans

la nuit du 24 au 25; il me paraît, de plus, indubitable que le petit flocon de la matinée du 23 n'était autre chose que le rudiment de l'arrangement régulier qui s'effectua dans la nuit.

» Avant de terminer, je ferai encore observer que si mon collègue M. Bravais a eu de nombreuses occasions d'étudier le phénomène des bandes polaires dans les régions boréales, elles ne seraient pas moins fréquentes dans nos contrées, et surtout dans le midi de la France, où, d'après M. Hénon, secrétaire de la Société d'agriculture de Lyon, ces apparences seraient connues sous le nom d'*arcs de Saint-André*. Ce que je puis affirmer à cet égard, c'est que je les ai vus se produire à plusieurs reprises dans mes excursions vers Valence, Marseille et Montpellier. Cependant on n'en tient pas compte, parce que le phénomène se présente souvent à l'état rudimentaire; mais quand on a acquis quelque habitude, on le reconnaît malgré ses imperfections, et l'on observe alors que ces arcs ne sont pas toujours formés par des zones continues, de manière à passer d'un côté du ciel à l'autre; ils surgissent fréquemment d'un point plus ou moins élevé au-dessus de l'horizon, pour se fondre peu à peu vers le zénith, en sorte que l'on n'a alors que des demi-arcs; il arrive encore qu'en regard de la portion précédente, il se manifeste un second point de convergence à l'état naissant, duquel émanent des branches dirigées vers celles qui aboutissent au zénith, mais sans les joindre; la lacune ne serait-elle pas occupée par des *nuages diaphanes?*

» Les arcs ne sont d'ailleurs pas toujours formés de nuages nettement limités et continus en forme de barres; ils sont plus souvent diffus comme des balayures; et dans d'autres circonstances, ils sont composés de flocons arrondis et alignés suivant des axes déterminés, à la manière des grains d'un chapelet.

» Ces bandes polaires ont généralement une marche très-lente; mais il est facile de s'assurer, à l'aide d'un peu de patience, qu'elles sont presque toujours poussées par un vent dirigé dans le sens de leur longueur, quelle qu'en soit d'ailleurs l'orientation; l'épithète de *polaire* ne doit donc pas être prise par rapport aux points astronomiques du même nom, mais seulement par rapport aux points de convergence qui deviennent, en quelque sorte, de véritables pôles dont les arcs seraient les méridiens.

» Quelquefois elles cheminent dans un sens perpendiculaire à leur longueur, comme c'est probablement le cas pour l'arc aperçu à Paris; mais je les crois saisies par un vent inférieur: cependant, en général, leur élévation est telle, qu'elles ne sont nullement affectées par ces derniers, et l'un des plus beaux exemples que je puisse citer à cet égard se manifesta au-dessus de Va-

lence : un mistral violent régnait dans le bassin du Rhône pendant que le météore stationnait avec une remarquable impassibilité, en élançant ses ramifications depuis le zénith des montagnes de l'Ardèche jusqu'à celui de la plaine; ajoutons que sa régularité était parfaite, puisqu'il ne fut composé que de demi-arcs.

» Enfin, ces bandes polaires peuvent apparaître à toutes les heures de la journée; mais les plus belles et les plus symétriques se manifestent aux heures du matin et du soir, lorsque les effets de la chaleur solaire n'ont pas encore produit, ou bien ont cessé de produire les courants ascendants qui paraissent jeter de la perturbation dans le phénomène.

» Le rapprochement de la production des bandes polaires du 23 juin avec le violent orage qui assaillit Lyon dans la nuit suivante, m'a porté à faire quelques recherches dans mes registres d'observations, pour voir si la concomitance en question ne serait pas habituelle; mais jusqu'à présent je n'ai trouvé aucun résultat assez manifeste pour que cette indication pût mériter d'être suivie. Cependant il arrive assez souvent de voir les nuages affecter cette disposition quand le temps se gâte, et mieux encore quand il tend à s'améliorer après plusieurs jours de pluie. »

Note de M. Arago.

En communiquant à l'Académie la Note intéressante de M. Fournet, M. Arago a cru devoir combattre une des conséquences que le physicien de Lyon a tirées de ses observations. On lit dans la Note : « Les » arcs noirs, vus à Paris, *étaient les portions de la voûte céleste* intermé» diaires entre les colonnes blanches nuageuses. » A cela il conviendra de substituer : « Les arcs noirs, vus à Paris, *n'étaient certainement pas les » portions de la voûte céleste* intermédiaires entre les colonnes blanches » nuageuses. » Comment, dans un observatoire, avec tous les secours qu'on y trouve; comment, aidés de la lumière crépusculaire et de celle de la Lune; comment, après avoir étudié le phénomène avec le secours de lunettes et de plusieurs instruments de polarisation, deux astronomes se seraient-ils mépris à ce point de confondre des éclaircies avec des nuages? La supposition n'est pas soutenable; on pourrait même la qualifier de risible.

Les arcs de Condrieu et ceux de Paris n'avaient rien de commun. Le phénomène des bandes polaires se montre fréquemment. Celui de Paris est très-rare, si même, tout considéré, il serait possible d'en citer un second exemple.

CHIMIE. — *Sur de nouvelles combinaisons azotées du benzile; par* M. AUG. LAURENT.

« En jetant un coup d'œil sur les nombreuses combinaisons de la chimie organique, on ne tarde pas à remarquer que les plus complexes, celles dont le poids atomique est le plus fort, sont, en général, azotées; tels sont les alcalis organiques, l'amygdaline, la fibrine, l'albumine, la caséine, etc.

» Cette complication dépendrait-elle de la présence de l'azote? De quelle manière cet élément agit-il pour produire un semblable effet?

» Les expériences que je vais rapporter, ainsi que celles que j'ai faites sur l'essence d'amandes amères et sur l'isatine, pourront peut-être jeter un peu de jour sur ces questions.

» J'ai fait remarquer, il y a quelques années, que les chimistes emploient, en général, pour modifier les substances organiques, des agents qui les font converger vers des combinaisons de plus en plus simples. Ces agents sont ordinairement les corps oxydants, comme l'acide nitrique, qui enlèvent du carbone et de l'hydrogène; le chlore, qui s'empare de l'hydrogène, et qui, souvent, sous l'influence de l'eau, élimine du carbone; la potasse qui en sépare de l'acide carbonique; la chaleur qui les réduit en eau, acide carbonique, oxyde de carbone, charbon, etc.

» Il existe un réactif qui paraît jouer, dans beaucoup de cas, un rôle tout opposé, je veux parler de l'ammoniaque. Dans les pénibles recherches que j'ai entreprises sur l'action que cet alcali exerce sur certaines substances organiques, j'ai presque toujours vu que, non-seulement avec un même corps, il peut donner naissance à un grand nombre de composés très-divers, mais qu'il possède encore la singulière propriété de les forcer à se grouper pour former des combinaisons très-compliquées.

» Le groupement ne doit pas sa formation à la présence de l'azote, mais à la constitution de l'ammoniaque.

» En effet, cet alcali renfermant un nombre impair d'équivalents d'hydrogène, et l'équivalent de l'eau étant $H^4 O^2$ (*), il en résulte que, dans toute réaction entre l'oxygène et l'hydrogène, il doit se dégager une quantité d'eau qui renferme un nombre pair d'équivalents d'hydrogène. Or, en faisant agir l'ammoniaque sur une substance organique, s'il y a réduction, il doit se dégager $H^4 O^2$ ou un multiple. La quantité d'ammoniaque nécessaire pour pro-

---

(*) GERHARDT, *Précis de Chimie organique.*

duire cet effet peut être H^6Az^2 ; dans ce cas il reste H^2Az^2 dans le nouveau composé, ou bien $H^4Az^{\frac{4}{3}}$; alors il ne reste que $Az^{\frac{4}{3}}$ dans celui-ci. L'azote possède 2 équivalents Az^2 et $Az^{\frac{4}{3}}$ (*). Lorsque c'est l'équivalent $Az^{\frac{4}{3}}$ qui réagit, il a une tendance à revenir à l'équivalent normal Az^2 ou à un de ses multiples. S'il y revient, la substance avec laquelle il est combiné se multiplie nécessairement par 3, c'est-à-dire que son poids atomique devient trois fois plus fort. Ainsi, dans certaines circonstances, lorsque l'on fait agir l'ammoniaque sur l'essence d'amandes amères, il se forme de l'azoture de benzène,

$$C^{28}H^{12}, O^2 + H^4Az^{\frac{4}{3}} = C^{28}H^{12}, Az^{\frac{4}{3}} + H^4O^2;$$

dans d'autres circonstances, il se forme de l'amarine,

$$3\left(C^{28}H^{12}, O^2 + H^4Az^{\frac{4}{3}}\right) = C^{84}H^{36}Az^4 + 3H^4O^2.$$

Quelle que soit la manière dont on voudra expliquer ces résultats, le fait de la complication des substances organiques (et même minérales), sous l'influence de l'ammoniaque, n'en est pas moins certain ; et les expériences suivantes pourront nous aider à concevoir la formation des alcalis organiques, de l'albumine, de la fibrine, etc.

» Lorsque l'on fait passer un courant de gaz ammoniac dans une dissolution alcoolique de benzile, il se forme au moins quatre substances différentes.

» 1°. De l'*imabenzile*. — C'est une poudre blanche, composée de cristaux microscopiques qui sont des prismes droits à base rhombe, terminés par deux facettes triangulaires.

» Sa composition se représente par

$$C^{56}H^{22}Az^2O^2,$$

elle se forme par la réunion de 2 équivalents de benzile sous l'influence de 1 équivalent d'ammoniaque, avec l'élimination d'eau

$$\underset{\text{Benzile.}}{2\,C^{28}H^{10}O^2} + H^6Az^2 = C^{56}H^{22}O^2Az^2 + H^4O^2.$$

(*) J'ai cherché à démontrer, dans un autre Mémoire, que les atomes des chimistes ne sont pas indivisibles, mais formés d'éléments plus petits, dont le nombre et l'arrangement constituent les différents équivalents que présente un même corps simple.

» La potasse lui fait éprouver un changement isomérique et la transforme en un composé qui est aussi un des produits directs de l'action de l'ammoniaque sur le benzile; c'est :

» 2°. Le *benzilime,* qui est composé d'aiguilles soyeuses, groupées en sphères et dont la composition doit peut-être se représenter par une formule double de la précédente; alors on aurait

$$4C^{28}H^{10}O^{2} + 2H^{6}Az^{2} = C^{112}H^{44}O^{4}Az^{4} + 2H^{4}O^{2}.$$

» 3°. *Ether benzoïque.* — Sa formation s'expliquera à l'aide du composé suivant.

» 4°. *Benzilam.* — Cette substance cristallise en très-beaux prismes droits à base rectangulaire; la potasse et l'acide hydrochlorique sont sans action sur elle; sa composition se représente par $C^{224}H^{80}O^{2}Az^{8}$; elle se forme par la condensation de 8 équivalents de benzile; il se dégage en même temps de l'acide benzoïque, qui passe à l'état d'éther :

$$10C^{28}H^{10}O^{2} + 4H^{6}Az^{2} = C^{224}H^{80}O^{2}Az^{8} + \underset{\text{Ac. benzoïq.}}{2C^{28}H^{12}O^{4}} + 5H^{4}O^{2}.$$

» M. Zinin, en faisant agir l'ammoniaque liquide et l'alcool sur le benzile, a obtenu une substance cristallisée et de l'éther benzoïque. La formule qu'il lui attribue doit être changée, parce qu'il s'est servi de l'ancien poids atomique du carbone. On pourrait, avec le nouveau poids atomique, adopter la suivante $C^{168}H^{60}Az^{4}O^{2}$; sa formation s'expliquerait ainsi :

$$10C^{28}H^{10}O^{2} + 2H^{6}Az^{2} = C^{168}H^{60}Az^{4}O^{2} + 4C^{28}H^{12}O^{4} + H^{4}O^{2}.$$

Avec les dernières portions de la distillation de l'essence d'amandes amères et l'ammoniaque, j'ai encore obtenu un nouveau corps, que je nommerai *stilbazide;* sa composition se représente par $C^{56}H^{20}O^{2}Az^{2}$. On peut expliquer sa formation de beaucoup de manières différentes; il faudrait connaître le corps qui lui a donné naissance. On pourrait avoir

$$C^{56}H^{16}O^{3} + H^{6}Az^{2} = C^{56}H^{20}Az^{2} + H^{2}O,$$
$$C^{56}H^{20}O^{5} + H^{6}Az^{2} = C^{56}H^{20}Az^{2} + H^{6}O^{3},$$
$$C^{56}H^{22}O^{6} + H^{6}Az^{2} = C^{56}H^{20}Az^{2} + H^{8}O^{4}.$$
etc.

Avec l'essence d'amandes amères et l'ammoniaque gazeuse, j'ai fait voir qu'il se forme un grand nombre de composés différents. En voulant reprendre cette étude, j'ai encore découvert sept à huit nouveaux corps. Après avoir perdu un temps considérable pour les isoler, j'ai été obligé d'aban-

donner ce travail, parce que j'ai vu que, sous l'influence des dissolvants les plus inactifs, comme l'alcool et l'éther, ils se métamorphosaient incessamment les uns dans les autres, et parce qu'il m'était impossible de reproduire les mêmes corps en opérant, en apparence, dans les mêmes circonstances.

» Ne pourrait-on pas entrevoir la possibilité de former les merveilleux composés que MM. Liebig et Wöhler ont obtenus avec l'acide urique, en employant des procédés semblables aux précédents? L'allantoïne ne se formerait-elle pas, dans l'économie animale, d'une manière analogue?

» Pour mieux en faire voir la possibilité, je rappellerai les réactions variées que j'ai produites en mettant l'isatine en contact avec l'ammoniaque :

Isatine.	$C^{32}Az^{2}H^{10}O^{4}$,
Isatite d'ammonium.	$C^{32}Az^{2}H^{10}O^{4} + H^{6}Az^{2}$,
Isatinate d'ammonium.	$C^{32}Az^{2}H^{10}O^{4} + H^{6}Az^{2} + H^{4}O^{2}$,
Isimide.	$C^{32}Az^{2}H^{10}O^{4} + H^{6}Az^{2} - H^{4}O^{2}$,
Autre isimide.	$2C^{32}Az^{2}H^{10}O^{4} + H^{6}Az^{2} - H^{4}O^{2}$,
Isamide.	$2C^{32}Az^{2}H^{10}O^{4} + 2H^{6}Az^{2} - H^{4}O^{2}$,
Acide isamique.	$2C^{32}Az^{2}H^{10}O^{4} + H^{6}Az^{2}$,
Isamate d'ammonium.	$2C^{32}Az^{2}H^{10}O^{4} + 2H^{6}Az^{2}$,
Autre isimide.	$3C^{32}Az^{2}H^{10}O^{4} + 2H^{6}Az^{2} - H^{8}O^{4}$,
Orisaline?.	$6C^{32}Az^{2}H^{10}O^{4} + 5H^{6}Az^{2} - H^{6}O^{3}$.

» La formation des produits de l'acide urique pourrait se faire à l'aide de l'acide oxalique et de l'ammoniaque; on aurait

Acide oxalique.	$C^{4}O^{3}$,
Oxalate d'ammoniaque.	$C^{4}O^{3} + H^{6}Az^{2} + H^{2}O$,
Oxalate acide d'ammoniaque. . .	$2C^{4}O^{3} + H^{6}Az^{2} + H^{4}O^{2}$,
Acide oxamique.	$2C^{4}O^{3} + H^{6}Az^{2}$,
Oxamate d'ammonium.	$2C^{4}O^{3} + 2H^{6}Az^{2}$,
Oxamide.	$2C^{4}O^{3} + 2H^{6}Az^{2} - H^{4}O^{2}$,
Acide alloxanique.	$2C^{4}O^{3} + H^{6}Az^{2} - H^{2}O$,
Alloxanate d'ammonium.	$2C^{4}O^{3} + 2H^{6}Az^{2} - H^{2}O$,
Allantoïne.	$2C^{4}O^{3} + 2H^{6}Az^{2} - H^{6}O^{3}$,
Alloxane.	$4C^{4}O^{3} + 2H^{6}Az^{2} - H^{4}O^{2}$,
Acide thionurique.	$4C^{4}O^{3} + 3H^{6}Az^{2} - H^{8}O^{4} + 2SO^{2}$,
Acide mycomélinique.	$8C^{4}O^{3} + 8H^{6}Az^{2} - H^{28}O^{14}$.

» On sait avec quelle facilité les produits de l'acide urique passent les uns dans les autres, et se transforment en acide oxalique.

» Une variété de guano ne m'a donné, à l'analyse, que des traces d'acide urique, et 25 à 30 pour 100 d'oxalate d'ammoniaque. »

CHIMIE. — *Note sur la créosote ; par* M. AUG. LAURENT.

« La créosote a tant de rapports avec l'acide phénique, qu'il est difficile de distinguer ces deux substances l'une de l'autre. J'ai voulu voir s'il y avait aussi des rapports entre elles dans leur constitution intime, si le noyau phénique existait encore dans la créosote. Pour cela, j'ai traité celle-ci par le chlorate de potasse et l'acide hydrochlorique, et j'ai obtenu une matière jaune cristallisée en paillettes; c'était l'oxychloride phénique, ou le chloranil.

» Plusieurs chimistes ont étudié l'action que l'acide nitrique exerce sur la créosote. Ils ont constamment obtenu une résine brune, dont on n'a pu retirer aucun produit défini.

» En reprenant ce sujet, j'ai vu qu'il se formait plusieurs acides et une matière brune. Parmi les premiers on rencontre les acides oxalique, nitrophénisique, et deux acides cristallisés nitrogénés.

» Les chimistes qui voudraient examiner ces produits pourront opérer de la manière suivante :

» La créosote devra être attaquée par l'acide nitrique faible. La résine brune, bien lavée, sera traitée par l'ammoniaque, et le résinate ammonique sera dissous dans l'alcool bouillant. La dissolution, abandonnée à une évaporation spontanée dans une capsule, donnera des sels ammoniacaux cristallisés, peu solubles dans l'eau et dans l'alcool. L'eau mère, incristallisable, sera précipitée par l'acide nitrique; la résine sera traitée de nouveau par cet acide bouillant, puis par l'ammoniaque et l'alcool. On répétera le même traitement jusqu'à ce que la résine ait disparu.

» Les dépôts cristallisés seront repris successivement par l'eau, pour subir une seconde cristallisation. On les décomposera par l'acide nitrique, qui donnera des précipités d'acides nitrophénisique et créosotiques. On reprendra ces précipités par l'alcool bouillant, et par le refroidissement on les obtiendra cristallisés.

» L'acide nitrophénisique donnera des prismes à six pans terminés par des sommets octaédriques.

» Les acides créosotiques se présenteront, l'un, sous la forme de lamelles jaunes allongées, l'autre, sous celle de petites aiguilles jaunes. On obtiendra sans doute d'autres composés en faisant varier l'action de l'acide nitrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur l'asparagine; par* M. **R. Piria.**

« Vers la fin de l'hiver passé, M. le docteur Menici, pharmacien très-habile de Pise, me remit une matière cristallisée qu'il venait d'extraire des vesces étiolées, en me priant de l'examiner et d'en déterminer la nature par l'analyse. Cet échantillon ne me parut pas assez pur pour être soumis à l'analyse; la faible quantité de matière dont je pouvais disposer se prêtant d'ailleurs mal à une purification convenable, j'ai pris le parti de préparer moi-même cette substance, afin de pouvoir la soumettre à un examen approfondi.

» J'ai semé environ 5 kilogr. de graines dans une chambre fermée, dont le sol était couvert de terre végétale. La germination eut lieu à l'abri de la lumière, et les plantes s'élevèrent bientôt à $\frac{1}{2}$ mètre environ. Ayant alors récolté ces plantes, j'en ai exprimé le jus et je l'ai soumis à l'évaporation; j'ai observé tout d'abord la coagulation d'une grande quantité d'albumine; le liquide rapproché, abandonné à lui-même, a déposé une assez grande masse de cristaux de la substance en question. Les eaux mères évaporées ont fourni une nouvelle cristallisation. La matière brute avait une couleur brune et pesait environ 240 grammes. Purifiée par des cristallisations réitérées, et à l'aide du charbon animal, cette matière a fourni, en définitive, 150 grammes d'une matière blanche parfaitement cristallisée, sous forme de prismes volumineux semblables à ceux du sucre candi.

» Les caractères de ce corps, et surtout la facilité avec laquelle il dégage de l'ammoniaque, sous l'influence des alcalis, m'avaient tout d'abord fait soupçonner son identité avec l'asparagine. L'analyse a confirmé cette précision. J'ai obtenu en effet :

Carbone.	31,80
Hydrogène.	6,85
Azote..	42,54
Oxygène.	18,80

» La pureté du produit ainsi obtenu, son abondance et la simplicité du procédé d'extraction me font croire que dorénavant la méthode de préparation que je viens de rapporter sera adoptée par les chimistes, comme préférable à toute autre. Indépendamment de la découverte de cette nouvelle source d'asparagine, il y a des questions importantes de physiologie chimique qui se rattachent à l'expérience que je viens de rapporter. On peut se demander, 1° si l'absence de la lumière est une condition indispensable à la production de l'asparagine; 2° si l'asparagine préexiste dans les graines, ou

bien si elle se produit dans l'acte de la germination; 3° enfin quel est le rôle que l'asparagine est appelée à jouer dans l'économie de la plante.

» C'est dans l'espoir de jeter quelque jour sur ces questions, que je me suis livré à des recherches dont les principaux résultats font l'objet de cette Note. J'ai traité, par un procédé analogue à celui qui a été décrit, des graines et des vesces provenant de la germination de celles-ci, sous l'influence de la lumière. Les graines ne m'ont pas fourni la moindre trace d'asparagine; les plantes m'en ont, au contraire, fourni abondamment. Enfin j'ai soumis au même traitement des vesces récoltées à l'époque de la floraison et de la fructification; mais la liqueur, même très-concentrée, n'a pas fourni de cristaux; seulement, à une certaine époque de l'évaporation, il s'est formé un dépôt abondant d'un sel de chaux dont l'acide m'a paru nouveau. On peut donc conclure que les graines des vesces ne renferment pas d'asparagine, et que cette matière se développe dans l'acte de la germination, soit à la lumière, soit dans l'obscurité, pour disparaître de nouveau à l'époque de la floraison de la plante.

» La production de l'asparagine dans l'obscurité prouve que cette matière n'emprunte pas ses éléments à l'atmosphère, comme cela arrive pour tant d'autres produits qui prennent naissance au sein des végétaux sous l'influence de la lumière. Il est donc probable qu'il existe, dans les graines en question, une matière azotée (peut-être de la caséine) qui se transforme en asparagine et en autres produits pendant la germination.

» Guidé par ces vues, j'ai entrepris des recherches comparatives sur la composition des graines et des plantes qui en proviennent à diverses époques de leur développement. Je ferai connaître les résultats de mes expériences aussitôt qu'elles seront terminées; je publie pour le moment les principaux faits observés, pour prendre date.

» L'asparagine, lorsqu'elle n'est pas douée d'une pureté parfaite, ne tarde pas à s'altérer au sein de sa dissolution aqueuse; au bout de quelques jours, il s'établit dans la liqueur une espèce de fermentation qui entraîne la décomposition totale de l'asparagine. La surface du liquide se couvre de moisissures, et la liqueur exhale l'odeur insupportable des matières purulentes en décomposition. Le même mode d'altération se manifeste lorsqu'on ajoute à une dissolution d'asparagine pure une certaine quantité du jus extrait de la plante. Dans tous les cas, au bout de quelques jours la totalité de l'asparagine a disparu, et, chose remarquable! à sa place on trouve du *succinate d'ammoniaque*.

» Ce dernier fait m'a paru assez important pour être confirmé par l'analyse. J'ai préparé une nouvelle quantité de succinate d'ammoniaque par le même

procédé et sur une plus grande échelle; je l'ai transformé ensuite en succinate de plomb : celui-ci, décomposé par l'hydrogène sulfuré, m'a donné une liqueur d'où j'ai extrait l'acide succinique, pur et cristallisé. L'analyse a donné :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
Carbone...	40,27	40,4	40,67
Hydrogène.	5,28	5,1	5,08
Oxygène...	54,45	54,5	54,25

» Pour expliquer la transformation de l'asparagine en succinate d'ammoniaque, on pourrait supposer la préexistence de l'acide succinique dans l'asparagine et sa production par un dédoublement provoqué par la fermentation ; mais cette manière de voir me paraît peu probable. Je crois plutôt que l'asparagine cristallisée dont la formule ne diffère de celle du succinate d'ammoniaque que par 2 équivalents d'hydrogène, enlève cet hydrogène aux matières en putréfaction, en vertu d'une action analogue à la transformation de l'indigo bleu en indigo blanc sous l'influence réductive des matières organiques en putréfaction dans la cuve de pastel.

» J'espère, au surplus, résoudre cette question par des expériences directes. »

CHIMIE. — *Recherches sur les éthers chlorés; par* M. **Malaguti**.

« En attendant que la seconde partie de mes recherches sur les éthers chlorés soit terminée, et que je puisse présenter à l'Académie un Mémoire complet sur ce sujet, je prends la liberté de lui rendre compte de la première partie de mon travail, à laquelle je crois n'avoir plus rien à ajouter.

» L'éther sulfurique change son hydrogène pour du chlore: ce fait a été constaté par M. Regnault; mais quelquefois, sous l'influence de la lumière d'été, l'éther se transforme en sesquichlorure de carbone de M. Faraday. Abstraction faite des influences qui amènent cette transformation anormale de l'éther, je me suis demandé comment cette transformation s'effectue. Est-ce par une élimination pure et simple d'oxygène?.... Sous quelle forme l'oxygène s'en va-t-il?... Se forme-t-il deux ou plusieurs corps complémentaires? etc..... J'ai constaté que, dans le cas où l'éther sulfurique se transforme en sesquichlorure de carbone, cela a lieu par suite d'un dédoublement, et que le sesquichlorure de carbone est toujours accompagné proportionnellement par un nouveau corps complémentaire, liquide, volatil, fumant, bouillant entre 100 et 105 degrés centigrades, d'une odeur suffocante et insupportable, neutre, tachant la peau en blanc et la cautérisant à la longue. Ce li-

quide a la composition de l'aldéhyde, avec cette différence qu'il contient du chlore au lieu d'hydrogène; c'est à cause de sa composition et de ses propriétés chimiques que je l'appelle *aldéhyde chloré* = $C^4Cl^4O^2$.

» L'aldéhyde chloré, versé dans l'eau, tombe au fond comme une huile éthérée; mais peu à peu il se dissout, en se décomposant, en acide chloracétique et en acide chlorhydrique,

$$C^4Cl^4O^2 + 2HO = C^4Cl^3HO^4 + HCl.$$

L'aldéhyde chloré, mis en contact avec l'alcool absolu, développe une grande élévation de température, et il y a formation d'éther chloracétique et d'acide chlorhydrique,

$$C^4Cl^4O^2 + C^4H^6O^2 = C^8Cl^3H^5O^4 + HCl.$$

La production simultanée du sesquichlorure de carbone et de l'aldéhyde chloré est expliquée par l'équation suivante, en supposant un dédoublement de l'éther perchloré,

$$2C^4Cl^5O = \left\{ \begin{array}{l} C^4Cl^6, \\ C^4Cl^4O^2. \end{array} \right.$$

» L'éther perchloré, exposé à une température de + 300 degrés environ, se décompose, d'une manière très-nette, en sesquichlorure de carbone et en aldéhyde chloré. La théorie indique, pour 100 parties d'éther perchloré, 56,54 de sesquichlorure; l'expérience a donné 56,71.

» En traitant par l'eau le produit brut de la décomposition ignée de l'éther perchloré, on a, d'un côté, du sesquichlorure de carbone, et, d'un autre côté, de l'acide chloracétique; on voit que rien n'est plus facile que la préparation de l'acide chloracétique. Que l'on traite l'éther sulfurique par du chlore sous l'influence de la lumière directe: si l'on obtient de l'éther perchloré, on n'a qu'à distiller ce produit, traiter par de l'eau le produit de la distillation. D'après la théorie on obtiendra, pour 100 grammes d'éther perchloré, 39 grammes d'acide chloracétique cristallisé; si, au contraire, on obtient du sesquichlorure de carbone, on n'a qu'à expulser le chlore en excès, traiter par l'eau le produit brut, pour obtenir une dissolution d'acide chloracétique et d'acide chlorhydrique, tous les autres produits bruts étant insolubles dans l'eau. Par l'action du vide, en présence d'acide sulfurique et de potasse, on obtiendra une belle cristallisation d'acide chloracétique.

» Le potassium agit sur l'éther perchloré avec une violence extrême; mais cela n'a lieu qu'à une température voisine de celle de sa décomposition.

» Le chlore, le gaz ammoniac, les acides azotique et chlorhydrique sont sans action sur l'éther perchloré.

» L'acide sulfurique agit avec une lenteur extrême, mais d'une manière remarquable; à +240 degrés, il y a dégagement des vapeurs qui, condensées dans l'eau, produisent une dissolution d'acide chloracétique, sulfurique et chlorhydrique. La théorie indique la réaction suivante :

$$C^4Cl^5O + SHO^4 = C^4Cl^4O^2 + HCl + SO^3.$$

» L'éther perchloré, soumis à l'action du monosulfure de potassium, perd deux molécules de chlore, et il se forme un nouveau corps que j'appelle *chloroxéthose*, dont la composition est celle de l'éther perchloré, moins deux molécules de chlore = C^4Cl^3O.

» Le chloroxéthose est liquide, limpide, rappelant tant soit peu, par son odeur, la *Spiræa ulmaria;* sa densité, déterminée à +21°, est égale à 1,654. Il entre en ébullition à +210 en se colorant un peu; il se conserve très-bien sous l'eau, mais point à l'air.

» Sa formation est expliquée d'une manière très-simple :

$$C^4Cl^5O + 2SK = C^4Cl^3O + 2ClK + 2S.$$

» Le chloroxéthose, exposé dans une atmosphère de chlore à l'action de la lumière directe, se transforme de nouveau en éther perchloré; c'est par cette propriété si nette, et par beaucoup d'autres, que, dans mon Mémoire, j'appellerai l'éther perchloré *chlorure de chloroxéthose*.

» Le chloroxéthose, exposé à la lumière directe dans une atmosphère de chlore, sous une couche d'eau, se transforme de nouveau en éther perchloré, avec production d'acide chloracétique et d'acide chlorhydrique. Tout porte à faire croire que, dans ce cas, la formation de l'éther chloracétique est due à l'action de l'eau sur une portion de l'éther perchloré naissant,

$$C^4Cl^5O + 3HO = C^4Cl^3HO^4 + 2HCl.$$

C'est ainsi que se comporte le chlorure de carbone ou chloréthose C^4Cl^4, lorsqu'on le met dans les mêmes conditions. Il résulte des expériences de M. Kolbe, de Marbourg, qu'il se forme du sesquichlorure de carbone et de l'acide chloracétique.

» Le chloroxétose, mêlé à du brome et exposé à la lumière solaire, se solidifie et prend la même forme géométrique de l'éther perchloré. La densité de ce nouveau corps, déterminée à +18°, est égale à 2,500; il fond à +96 et se décompose à +180. L'analyse conduit à cette formule $C^4Cl^3OBr^2$.

J'appelle ce nouveau corps *bromure de chloroxéthose* ou *éther perchlorobromé.*

» C'est encore ainsi que le chlorure de carbone C^4Cl^2, ou chloréthose, se comporte lorsqu'on l'expose, avec du brome, à la lumière directe; il cristallise presque instantanément et donne naissance à un corps ayant la même forme cristalline que le sesquichlorure de carbone de Faraday, d'une densité égale à 2,3, à la température de + 21°, se volatilisant vers 100 et se décomposant à 200 environ. Sa composition peut être représentée par $C^4Cl^4Br^2$. Je l'appelle *bromure de chloréthose.*

» Ces deux nouveaux bromures se comportent d'une manière identique quand on les expose à une température élevée; c'est-à-dire qu'ils se décomposent, l'un en chloroxéthose et brome, l'autre en chloréthose et brome. Ils se comportent également de la même manière lorsqu'on les soumet à l'action des sulfures alcalins: dans un cas, le chloroxéthose, et, dans l'autre cas, le chloréthose, sont mis en liberté.

» L'analogie incontestable entre l'éther perchlorobromé et l'éther perchloré me fait croire que le résultat de la décomposition ignée de ce dernier corps est le produit d'une action secondaire, car je ne puis pas concevoir que deux corps de constitution identique, soumis à la même action, donnent des résultats profondément différents. Je pense que l'éther perchloré donne, par la voie ignée, du sesquichlorure de carbone et de l'aldéhyde chloré, par suite de l'action du chlore sur le chloroxéthose, qui se trouve, à l'état naissant, à la température de + 300 degrés, c'est-à-dire à 90 degrés environ au-dessus de son point d'ébullition.

» Du reste, rien ne s'oppose théoriquement à concevoir cette réaction secondaire :

$C^4Cl^3O + Cl^2$, $C^4Cl^4Cl^2$ sesquichlorure de carbone,
$C^4Cl^3O + Cl^2$, $C^4Cl^4O^2$ aldéhyde chloré.

» Il n'en est plus de même de l'éther perchlorobromé, car ce corps se décomposant à + 180°, le chloroxéthose et le chlore, tous les deux à l'état naissant, se trouvent en présence à une température inférieure de 30 degrés au point d'ébullition de l'un d'eux.

» Si l'on se rappelle tout ce qui a trait à l'histoire chimique du sesquichlorure de carbone de Faraday C^4Cl^6, et au chlorure de carbone C^4Cl^4, qui en est le radical, on trouvera une analogie frappante entre ces deux corps et l'éther perchloré C^4Cl^5O et son radical, le chloroxéthose C^4Cl^3O.

» Par suite des expériences de M. Regnault, les chimistes considèrent le

sesquichlorure de carbone de M. Faraday comme étant un chlorure d'un radical, le chloréthose C^4Cl^4, Cl^2. D'après les résultats énoncés, il me semble indispensable de considérer l'éther perchloré comme un chlorure d'un radical, le chloroxéthose C^4Cl^3O, Cl^2.

» Tous les travaux que l'on a faits sur la constitution moléculaire de l'éther sulfurique ont abouti à trois ordres d'idées qui peuvent se représenter par trois formules

$$C^4H^4, HO,$$
$$C^4H^5, O,$$
$$C^4H^5O.$$

» Aucune de ces trois formules ne rappelant celles dont les analogies observées permettent d'affecter l'éther perchloré, il faut conclure que, dans l'état actuel de la science, on ne peut pas considérer l'éther perchloré comme étant doué de la même constitution moléculaire que celle de l'éther sulfurique, d'où il dérive par simple substitution.

» Tels sont les résultats qui forment la première partie de mon Mémoire. Dans la seconde partie, je me propose de chercher, par l'expérience, si les éthers composés perchlorés renferment, ou non, de l'éther perchloré. Je pourrais déjà annoncer des résultats qui me paraissent décisifs, mais j'attendrai d'en avoir encore davantage approfondi l'étude. »

PHYSIQUE. — *Phénomène de la caléfaction observé dans un cas tout nouveau, le cas où la goutte liquide est projetée sur la surface d'un autre liquide convenablement chauffé. Existence accidentelle de la levûre dans certains liquides excrémentitiels.* (Extrait d'une Lettre de M. Choron.)

« . . . . . Il n'est pas à ma connaissance qu'aucun physicien, jusqu'à ce jour, ait annoncé qu'un liquide placé sur la surface d'un autre liquide convenablement chauffé puisse passer à l'état sphérique comme sur une plaque solide. Or, c'est là un fait nouveau que je viens de constater, et, de plus, j'ai retrouvé les mêmes températures que M. Boutigny. Ainsi, l'éther sulfurique prend l'état globuleux quand on le projette sur un bain d'eau, de mercure, d'huile à brûler et d'acide nitrique fumant, etc., tant que ce bain est à la température de 54 degrés comme l'a reconnu M. Boutigny.

» Je ne partage, au reste, nullement l'avis de M. Boutigny qui pense que le principe de l'équilibre mobile des températures est en défaut lorsqu'il s'agit de se rendre compte du fait de la *caléfaction* des liquides.

» Lorsque M. Gaultier de Claubry et moi nous nous sommes occupés

de l'extraction de l'indigo des feuilles du *Polygonum tinctorium*, nous avons eu l'idée de mettre les feuilles dans de l'urine pour activer leur fermentation. Nous avons complétement réussi, mais nous ne réussissions que quand mon urine servait à l'expérience. Frappés de cette singulière circonstance, nous nous sommes mis à analyser les urines de différentes personnes, et l'analyse ne nous a rien appris. Enfin, réfléchissant que je ne buvais que de la bière, tandis que les personnes dont l'urine était sans action sur le *Polygonum* n'en buvaient pas, nous avons été amenés à penser que la bière, et par suite la levûre, séparerait l'indigo des feuilles comme mon urine. On sait que notre procédé d'extraction consiste à mettre les feuilles en contact avec la levûre. »

M. **Baudelocque** annonce qu'un enfant sur lequel il a pratiqué, il y a plusieurs mois, une opération d'*entérotomie lombaire*, pour remédier à une imperforation du rectum, continue à jouir d'une bonne santé.

M. **Berard** aîné prie l'Académie de hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle a été renvoyé son *Mémoire sur le mode de formation et de transport des blocs erratiques*.

M. **Delarue** adresse le tableau des *observations météorologiques* qu'il a faites à Dijon pendant le mois d'août 1844.

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie un tube en verre mince adressé par M. **Bunten**, tube dans lequel *une fissure oblique, produite fortuitement, s'est étendue en peu de temps, de manière à donner naissance à trente tours de spire*.

M. **Passot** demande de nouveau un Rapport sur une Note qu'il a adressée il y a quelques séances.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, dans laquelle M. *Binet* remplacera feu M. *Coriolis*.)

M. **Paulet** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures.

A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences ; 2e semestre 1844; n° 11; in-4°.

Description des Machines et Procédés consignés dans les Brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation, dont la durée est expirée, et dans ceux dont la déchéance a été prononcée ; publiée par les ordres de M. le MINISTRE DU COMMERCE; tome LII; in-4°.

Voyage autour du Monde, exécuté pendant les années 1836 *et* 1837 *sur la corvette* la Bonite, *commandée par* M. VAILLANT; publié par ordre du Roi. — *Géologie et Minéralogie ; par* M. E. CHEVALIER; 1 vol. in-8°.

Traité philosophique d'Astronomie populaire ; par M. A. COMTE; 1 vol. in-8°.

Traité élémentaire de Chimie industrielle ; par M. A. DUPASQUIER; tome I, in-8°.

Dictionnaire des Arts et Manufactures. — Description des procédés de l'Industrie française et étrangère ; livraison-prospectus; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse ; n° 88; in-8°.

Annales de la Société entomologique de France ; 2e série, tome II; 1844; in-8°.

Thèse pour le doctorat en Médecine. — Recherches sur la théorie élémentaire de la production des Tissus accidentels ; par M. DESORMEAUX. Paris, 1844; in-4°.

Types de chaque famille et des principaux genres des Plantes croissant spontanément en France ; par M. PLÉE; 11e livr.; in-4°.

Annales médico-psychologiques, Journal de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie du Système nerveux ; par MM. BAILLARGER, CERISE *et* LONGET; 2e année, n° 11; in-8°.

Journal des Usines et des Brevets d'Invention ; par M. VIOLLET; août 1844; in-8°.

L'Abeille médicale ; 1re année, n° 9.

Address to... *Discours prononcé à la séance annuelle de la Société royale géographique de Londres* (27 mai 1844); *par* M. R.-J. MURCHISSON, président de la Société. Londres, 1844; in-8°.

The Annals... *Annales d'Électricité, de Magnétisme et de Chimie ;* février à juin 1844, tome X, n°s 56 à 60. Londres; in-8°.

The Athenæum Journal, n° 189; juillet 1844; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques* de M. SCHUMACHER; n° 514; in-4°.

Memorie... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Turin*; 2e série, tome V. Turin, 1843; in-4°.

Dell' influenza... *De l'influence qu'exercent, sur la végétation des Plantes et la germination des Graines, les rayons solaires réfractés par des verres colorés; par* M. ZANTEDESCHI. (Extrait des *Mémoires de l'Institut vénitien des Sciences et Lettres.*) Venise, 1843; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 37; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 106 à 108; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 21 et 22.

L'Expérience; n° 376; in-8°.

COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 SEPTEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. DUMAS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Suite des fragments sur les organes génito-urinaires des Reptiles* (1); *par* M. **Duvernoy**.

TROISIÈME FRAGMENT. — *Sur l'appareil de la génération chez les mâles, plus particulièrement, et chez les femelles des Salamandres et des Tritons.*

« Je diviserai, pour plus de clarté, ce troisième fragment, qui ne comprendra que des glanures sur les divers sujets qui y seront traités, en plusieurs parties distinctes, qui seront elles-mêmes sous-divisées en paragraphes.

PREMIÈRE PARTIE.

Organes préparateurs de la semence ou glandes spermagènes des Salamandres et des Tritons.

§ Ier. — *Forme et structure intime de ces organes. Historique.*

» Il y a longtemps que les travaux de l'Académie des Sciences ont eu

(1) Voir le *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, t. XIX, p. 249 et suiv.

pour sujet les Salamandres. Ses Mémoires pour 1727 comprennent (pages 27 à 32) des observations et des expériences sur la Salamandre terrestre, par de Maupertuis. Les premières constatent que cette espèce est vivipare et qu'elle porte à la fois de 42 à 54 petits. Les expériences ont eu pour objet, d'une part, de détruire le préjugé populaire, que les Salamandres vivent dans le feu; elles tendent, d'autre part, à démontrer que ces animaux ne sont pas venimeux.

» Deux années après *de Maupertuis*, en 1729, *Dufay* communiquait à cette Académie des *observations physiques et anatomiques sur plusieurs espèces de Salamandres qui se trouvent aux environs de Paris*. Ces observations sont très-remarquables pour l'époque où elles ont été faites : on y trouve, entre autres, qu'il y a beaucoup de variété dans les testicules des mâles. « Le plus souvent, dit cet auteur, il y en a deux de chaque côté, avec » une petite glande plus blanche, presque transparente. Quelquefois on en » trouve distinctement quatre, sans qu'on puisse expliquer ces différences » par l'âge ou l'époque de l'année. »

» Cette singulière anomalie parmi les animaux vertébrés, dont la glande spermagène est toujours simple, sauf qu'elle a un épididyme, ce premier pelotonnement extérieur de ses canaux excréteurs, qui manque d'ailleurs chez les vertébrés inférieurs; cette singularité, dis-je, méritait d'être étudiée plus particulièrement.

» C'est ce qu'a fait M. Rathke, dans un travail étendu, publié à Dantzick en 1820, sur *le développement des organes génitaux* des *Batraciens urodèles* de M. Duméril.

» Voici, à ce sujet, le résultat des observations multipliées de ce savant scrutateur de la nature, sur quatre espèces de Tritons (1) et sur la Salamandre commune, qu'il a observées aux différentes époques de leur développement et de leur vie, jusqu'à celle de leur propagation. La glande spermagène est, dans le principe de sa formation, une annexe du corps jaune ou de cette bandelette graisseuse qui est renfermée dans le même repli du péritoine. Elle se montre comme un trait à côté du corps jaune; c'est d'abord une bande solide et plate, qui se développe ensuite de dedans en dehors, et devient un cylindre creux.

» A cette époque du développement, on ne peut distinguer la glande spermagène ou le testicule, de la glande ovigène ou de l'ovaire; plus tard,

---

(1) Les *Triton tæniatus, igneus, palmatus, niger*.

celui-ci continue à se développer, avec la même forme, en boyau; tandis que le testicule prend une forme plus compliquée. Les ovules ne tardent pas à se montrer, dans les premiers, comme des granulations rondes, transparentes.

» Dans les testicules, il se développe aussi des apparences de granulations, mais opaques et de couleur blanc de lait.

» La forme des testicules n'est pas compliquée dans toutes les espèces. M. Rathke l'a trouvée simple dans le *Triton tœniatus*, et de forme variable, rarement sphérique, plus souvent oblongue ou bien ovale, ayant le gros bout en avant ou en arrière. Chez le *Triton igneus*, la glande spermagène est divisée en deux parties distinctes. M. Rathke en a trouvé trois dans le *Triton niger*, rarement deux ou quatre, dont la forme varie.

» La Salamandre commune en a toujours deux bien distinctes, que des étranglements ou de profonds sillons sous-divisent en plusieurs autres, lesquels se distinguent encore par des nuances différentes.

» Ces parties sont d'ailleurs unies entre elles par leur membrane propre, qui se continue en forme de canal de l'une à l'autre.

» Quant à la structure intime de ces glandes, elle se compose, suivant le même auteur, de corpuscules ou de grains glanduleux, de forme et de volume différents, dont les uns sont sphériques, d'autres ovales, d'autres oblongs et en massue, disposés, dans ce dernier cas, dans le sens des rayons de la capsule, qu'ils remplissent par couches qui se succèdent de la circonférence au centre.

» Il n'y a pas dans l'intérieur des tubes, toujours suivant le même auteur, d'autres moyens plus intimes de communication, qui lieraient les différentes parties du testicule, lorsque cet organe est divisé.

» M. Rathke compare, avec raison, cette structure intime à celle que Swammerdam avait déjà signalée, depuis longtemps, dans les testicules des grenouilles.

» Nous avions publié, en 1805, que la structure intime des testicules des Batraciens est différente de celle des autres reptiles, et qu'elle se compose d'une agglomération de petits grains blanchâtres, entrelacés de vaisseaux sanguins (1).

» Sous ce rapport, les observations microscopiques de M. Rathke n'ont pas eu, il me semble, de résultats plus précis, sauf la circonstance de leurs

---

(1) *Leçons d'Anatomie comparée*, t. V, p. 26. Paris, 1805.

différentes formes, et de la couleur de ces granulations ou de ces grains (c'est aussi ce dernier terme, *kœrner,* qu'emploie l'auteur), qu'il a trouvée blanc de lait, en tirant sur le jaune, ou même de couleur citron. Il a, de plus, observé que ces grains sont disposés par masses de même couleur dans les différentes parties du testicule, lorsque la coloration de ces parties n'est pas la même.

» Il ne les a vus liés entre eux que par un tissu cellulaire muqueux, et il n'a pu découvrir, même avec de forts grossissements, des canaux de communication allant des uns aux autres. Il ajoute cependant que ceux qui touchent à la membrane propre du testicule adhèrent immédiatement à cette membrane, ou par l'intermédiaire d'un fin pédicule, suivant qu'ils ont une forme sphérique ou ovale.

» Le canal excréteur de la glande ou le canal déférent s'avance bien au delà du testicule, suivant le même auteur, et reçoit par les côtés les canaux séminifères, dont il n'a pu reconnaître que deux, et dans un seul cas, malgré ses nombreuses recherches; il conservait même la crainte d'avoir peut-être pris des nerfs ou des vaisseaux pour ces canaux. Ce n'est que dans le *Triton tæniatus* qu'il indique un épididyme comme une bandelette parallèle au testicule.

§ II. — *Mes propres observations sur les Tritons et les Salamandres.*

» J'ai étudié la forme et la structure intime de la glande spermagène, proprement dite, chez les *Triton cristatus,* LAUR., et *alpestris,* BECHST., et dans les *Salamandra maculosa,* LAUR., et *atra,* SCHREIB.

» Chez le Triton à crête les glandes spermagènes se voient sous les reins et en avant de ces organes, dans un large repli du péritoine, auquel est encore suspendu le ruban graisseux jaune doré, dont l'existence paraît intimement liée à celle des organes préparateurs mâle ou femelle de la génération.

» Chaque glande se compose de deux, trois et même quatre parties, non compris l'épididyme.

» Ces parties varient en apparence, suivant que l'époque du rut est plus ou moins avancée, ainsi que le développement des spermatozoïdes.

» Dans un individu adulte chez lequel ce développement n'était pas terminé et dont le testicule était divisé en trois parties, la première était gris de perle, rougeâtre, injectée de vaisseaux sanguins très-apparents (1).

---

(1) C'est cette petite glande plus blanche, presque transparente, que Dufay avait distin-

» Elle tenait par un ligament au dernier tiers du sac pulmonaire.

» Cette liaison singulière entre le testicule et le poumon est générale, pour le dire en passant, dans toutes les espèces de cette famille que nous avons observées. Elle avait déjà été remarquée par Dufay. Elle existe, de même, entre l'ovaire et l'organe de la respiration.

» La seconde partie du testicule était oblongue, de couleur jaune clair, opaque.

» Une troisième, la plus petite, était sphérique et opaline comme la première, mais les vaisseaux sanguins n'y paraissaient pas injectés.

» Son pédicule, qui l'unissait à la seconde partie, était un peu contourné en spirale.

» Ayant recherché avec soin le contenu de ces trois parties, je n'ai trouvé de spermatozoïdes que dans la seconde.

» Les deux autres ne renfermaient que des vésicules sphériques contenant des granules ou des spermatozoïdes en germe.

» Ces divisions singulières d'un même organe, ainsi que leurs apparences différentes de couleur, et l'injection plus ou moins forte des vaisseaux sanguins de leur capsule, indiqueraient donc une sorte d'indépendance et de succession dans leur développement et dans celui de leur contenu; ce développement étant moins avancé dans les parties de couleur gris de perle, plus avancé dans celles de couleur blanc de lait.

» J'en ai été convaincu par l'examen de ces mêmes parties chez des individus en plein rut, chez lesquels j'ai trouvé des spermatozoïdes dans ces trois parties, qui étaient toutes blanc de lait.

» A travers les deux enveloppes du testicule, la péritonéale ou l'interne, et la membrane propre, restées transparentes, on distingue les petits sacs glanduleux qui composent uniformément la structure intime des différentes parties de cet organe, quel que soit leur degré de développement relatif.

» Dans un individu de la même espèce, qui n'était pas en rut, le testicule n'était divisé qu'en deux parties.

» Ces deux parties étaient remplies, comme à l'ordinaire, d'un grand nombre de petites poches glanduleuses, qui en renfermaient d'autres, sphériques, contenant des granules.

---

guée en 1729 chez les individus ayant, avec cette glande, deux testicules de chaque côté. MM. Prévost et Dumas ont reconnu, en 1824, que cette partie gris de perle, semi-transparente, ne présentait pas d'animalcules spermatiques, tandis qu'ils en trouvaient constamment dans la partie jaunâtre. (*Annales des Sciences naturelles,* tome Ier, page 281, et *Pl. XX, fig.* 4.)

» Dans un autre individu de la même espèce, complétement en rut, le testicule droit était divisé en quatre parties, et le gauche en trois seulement.

» Ces trois parties étaient remplies de petites poches, la plupart sphériques, de $0^{mm},82$ de diamètre, renfermant chacune un assez grand nombre de pelotons de spermatozoïdes ou d'écheveaux de spermatozoïdes repliés sur eux-mêmes, comme s'ils étaient encore contenus dans leur capsule génératrice, mais sans que l'on puisse apercevoir les parois de cette capsule. Plusieurs de ces écheveaux étaient même déployés, comme si aucun obstacle ne s'opposait plus à cette disposition progressive dans leur développement. Les quatre parties du testicule droit, observées de même avec soin, m'ont offert la structure intime suivante :

» La première se composait de capsules glanduleuses sphériques et oblongues. Ces capsules renfermaient des parties transparentes et d'autres opaques; les parties transparentes étaient des gouttes d'huile, les autres des paquets pelotonnés de spermatozoïdes. Ces paquets étaient bien distincts les uns des autres, sans qu'on aperçût les poches génératrices dans lesquelles ils s'étaient développés.

» Dans la deuxième partie de ce même testicule, les capsules glanduleuses étaient oblongues, coniques, cylindriques; elles renfermaient des paquets toujours pelotonnés, mais plus serrés, quoique très-distincts, d'innombrables spermatozoïdes.

» Enfin dans la troisième et la quatrième de ces parties, la plupart des capsules étaient sphériques et contenaient de même des pelotons serrés de spermatozoïdes.

» Dans un autre exemplaire de la même espèce, qui était en plein rut, la glande était sous-divisée en six et même en sept portions; mais ces divisions n'étaient évidemment que des parties d'un même tout, plus ou moins distinctes. Les étranglements qui les séparaient étaient un peu contournés ou tordus. Leur surface était comme chagrinée par les petites vésicules dont cet organe est composé.

» Entre ces deux degrés de développement, l'un hors de l'époque du rut, qui n'a montré aucun spermatozoïde, et l'autre en plein rut, dans lequel toutes les parties du testicule en sont remplies, il faut placer le développement incomplet, dont j'ai déjà parlé en premier lieu, dans lequel une seule des trois parties du testicule avait des spermatozoïdes.

» Dans le Triton alpestre (*Triton alpestris*, BECHST.), le testicule, à l'époque du rut, a un grand développement; il occupe plus du tiers ou près de la moitié de la longueur de la cavité thoraco-abdominale.

» Sa forme est oblongue, irrégulière, plus épaisse en arrière, un peu aplatie et même enfoncée du côté interne d'où se détachent les veines et par laquelle arrivent les artères spermatiques.

» C'est de ce côté que lui est annexé le corps graisseux de couleur jaune citron, de forme cylindrique, et qui le dépasse un peu en longueur.

» Sa face supérieure est concave; elle répond au canal déférent.

» Toute sa surface montre des capsules de forme assez irrégulière, arrondies cependant, qui renferment, vues à la loupe, des granulations.

» J'ai étudié de même la structure intime des testicules, et d'abord leur forme générale et les différences qu'elle présente, hors et durant l'époque du rut, dans la *Salamandre commune*.

» Dans un individu qui n'avait pas encore atteint l'âge adulte, j'ai trouvé chaque testicule séparé en deux parties. L'antérieure était de forme cylindrique, la plus grande se terminant en avant en une grande pointe; l'autre, beaucoup plus petite, de forme conique, avait sa base tout contre la première.

» Le long du bord interne de cet organe, régnait une bandelette de substance graisseuse qui s'avançait jusque près de l'extrémité de la partie effilée du testicule.

» On apercevait de même, à travers la membrane péritonéale et la membrane propre de cette glande, les petits sacs glanduleux oblongs, ronds ou polygones qui aboutissent à cette surface, où ils sont entourés d'un réseau vasculaire et contenus dans des cellules rappelant, par leur arrangement et leur forme, celles d'une ruche d'abeille. Dans un des individus que j'ai sous les yeux, le bord extérieur de ces cellules est garni d'un vaisseau sanguin (veineux) injecté, qui en suit les contours et les dessine admirablement. Les parois de ces cellules doivent être fournies par la membrane propre du testicule; elles répondent au corps d'*highmor* des mammifères, servant à soutenir les vaisseaux séminifères efférents.

» Dans un individu adulte le testicule était plus grand. Les deux parties se joignaient de même, et la postérieure, toujours la moins grande, était sous-divisée en trois. La bandelette graisseuse était à proportion plus petite.

» Dans la *Salamandre noire* des Alpes, le testicule est long, cylindrique, tout d'une pièce et non divisé. On observe à travers ses enveloppes, les vésicules glanduleuses qui composent sa structure intime.

» On trouvera dans cette forme différente, une confirmation de la différence spécifique de cette espèce d'avec la commune.

» M. de Schreiber avait déjà indiqué comme caractère différentiel, entre ces deux espèces, le développement extraordinaire d'un seul fœtus par oviducte, dans la Salamandre noire; il avait fait la singulière observation que ce fœtus unique n'atteignait son développement définitif qu'après avoir fait périr et absorbé ou dévoré les autres œufs ou les embryons de la même portée (1).

§ III. — *Corps graisseux.*

» Le même ligament large qui comprend et fixe le testicule, s'étend au delà pour envelopper dans son bord libre un corps graisseux considérable, dont nous avons dit que le testicule semblait une annexe, à l'époque de son développement.

» Ce corps jaune, qui s'étend bien au delà du testicule à l'époque du rut, prend à cette époque un volume considérable.

» Sa forme varie d'ailleurs beaucoup avec son volume, suivant les époques de la vie et les espèces où on l'observe.

» Nous l'avons fait représenter dans le Triton à crête en rut, où il était très-volumineux, et dans la Salamandre commune, où il était à proportion beaucoup plus petit et formait une bande étroite et longue.

» Ici nous avons pu observer ses vaisseaux sanguins veineux et leurs rapports avec ceux du testicule. Ils forment dans cette bande adipeuse un réseau analogue à celui qui se dessine à la surface de la glande, mais à mailles beaucoup plus nombreuses et beaucoup plus fines. Et ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que les rameaux principaux de ces deux réseaux se réunissent dans des branches communes, de manière qu'il y a unité dans le système sanguin de l'un et l'autre organe.

» Cette disposition fait comprendre la dépendance de ces deux organes; elle montre combien la matière huileuse a d'importance dans le développement et la nutrition des spermatozoïdes, importance qui est encore démontrée par la présence des gouttes d'huile dans la partie du testicule où ce développement est moins avancé. Elle rappelle le rôle que la même substance huileuse joue dans le développement des ovipares et pour la germination des plantes.

---

(1) Voir l'*Erpétologie générale* de MM. Duméril et Bibron, t. VIII, p. 242; et les fragments zoologiques sur les Batraciens, par M. Vander-Hoeven. (*Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Strasbourg*, Pl. I, fig. 5, 6, 7.)

§ IV. — *Des canaux efférents séminifères, de l'épididyme, du canal déférent et de sa terminaison dans le cloaque.*

» La semence, avec son énorme proportion de spermatozoïdes, arrive dans le canal déférent par les canaux efférents séminifères soit directement, soit par l'intermédiaire d'un canal pelotonné, dont l'ensemble forme comme un ruban parallèle au testicule; c'est l'épididyme. Les canaux séminifères ont sans doute leur origine dans les capsules primaires ou glanduleuses du testicule qui renferment les capsules génératrices des spermatozoïdes. Cependant ce n'est encore qu'une présomption. Jusqu'à présent nous n'avons pu découvrir les canaux séminifères qu'à leur sortie du testicule.

» L'épididyme n'a pas encore été décrit ni même nommé dans les espèces de Salamandres ou de Tritons, une seule exceptée, le *Triton igneus*, où M. Rathke n'a fait que l'indiquer comme une bande parallèle au testicule.

» On ne peut l'apercevoir dans le *Triton à crête* qu'en plein rut. On voit alors les canaux séminifères partir de la face supérieure et du bord interne du testicule, et se diriger par paires ou isolément, au nombre de huit ou dix, jusqu'à vingt, transversalement en dedans, à la rencontre de l'épididyme.

» Celui-ci est une chaînette composée d'un ou plusieurs canaux très-fins, qui règne parallèlement au testicule et au-dessous de lui, depuis le rein jusqu'à la partie la plus avancée de cet organe, où elle se change en canal déférent.

» Il forme un paquet considérable en arrière; puis un autre paquet plus grêle, en massue, dans la partie la plus avancée de l'épididyme, de laquelle se détache un canal qui va, plus en avant encore, se changer en canal déférent.

» Le canal excréteur de la glande spermagène, ainsi constitué définitivement, se porte alors d'avant en arrière, et chemine parallèlement à l'épididyme.

» Je l'ai vu recevoir encore plusieurs canaux séminifères séparés, qui viennent directement de cette partie et se réunissent successivement au déférent, à des intervalles assez longs. Il se distingue d'ailleurs par son plus grand diamètre, son opacité, sa couleur blanche, et par les replis courts, pressés les uns vers les autres, qu'il forme dans la première portion de sa longueur.

» Dans le *Triton alpestre*, c'est aussi de la face interne et supérieure du testicule que se détachent les canaux séminifères qui vont à l'épididyme. Celui-ci se voit contre la colonne épinière, en dedans de l'extrémité antérieure

du canal déférent. Il se compose d'un assez gros canal, à parois transparentes, sinueuses, dont l'ensemble forme une sorte de chaînette située au-dessus de l'extrémité antérieure du testicule et au delà. Son extrémité, aplatie en ruban et transparente, se continue avec la partie la plus avancée du déférent. Celui-ci prend très-promptement un diamètre considérable, et s'avance, plissé en festons nombreux et réguliers, jusqu'à sa terminaison dans le cloaque; il forme encore, outre ces plis, plusieurs anses dans sa première moitié. Il paraît très-distendu par le sperme, qui lui donne une couleur blanc de lait.

» Dans la *Salamandre des Alpes,* le canal déférent est fort long et très-replié, et d'un diamètre proportionnel considérable.

» Il reçoit la semence par l'intermédiaire d'un long épididyme, qui dépasse le testicule en arrière et en avant, et dont les canaux très-repliés se détachent en avant au nombre de trois, qui n'en forment bientôt qu'un seul, lequel se coude et augmente subitement de diamètre, pour se changer en canal déférent.

» Dans la *Salamandre commune,* j'ai trouvé, comme dans les Tritons, un épididyme assez considérable, quoique difficile à distinguer lorsque l'animal n'est pas en plein rut.

» Ici, il ne dépasse pas en avant l'extrémité du testicule. On arrive à la découvrir en suivant la partie la plus avancée du canal déférent, qui forme un coude pour se continuer dans l'épididyme.

» Cet organe est parallèle au canal déférent annexé à ce canal, qui n'est pas sinueux dans sa première partie, qui répond à l'épididyme. Celui-ci envoie successivement au déférent plusieurs canaux séminifères.

» Le canal déférent, dans cette espèce, se distingue par la couleur noire du péritoine qui l'enveloppe. Il est droit, sans repli dans la plus grande partie de son étendue, et n'a que quelques sinuosités entre l'épididyme et le paquet des uretères.

§ V. — *Spermatozoïdes des Tritons et des Salamandres.*

» Les spermatozoïdes du Triton à crête ont peut-être la plus singulière conformation qui ait été observée dans ceux de tout le règne animal. Étudiés d'abord par MM. *Meyer, Wagner* et *Valentin,* c'est à M. *Siebold* et surtout à M. *Dujardin* qu'on en doit une connaissance à la fois plus exacte et plus complète.

» Ce que nous allons en dire d'après nos propres observations n'ajoutera

rien d'essentiel aux découvertes de ces savants. Nous prions le lecteur de le considérer simplement comme une introduction au paragraphe suivant.

» Ces spermatozoïdes ont leur partie principale en forme de long fil, comme ceux des Batraciens anoures. Ils sont même encore plus longs et s'en distinguent en ce qu'ils ont une première partie dont le diamètre excède sensiblement le reste, qui a comme un col effilé en avant, paraissant quelquefois terminé par un léger renflement en bouton. On dirait même que ce bouton est une ventouse au moyen de laquelle le spermatozoïde se fixe dans quelques cas, tandis que tout son corps reste mobile.

» La partie la plus épaisse de cette machine animée, ou le corps, se continue subitement dans une portion plus longue et plus grêle, extrêmement amincie à sa dernière extrémité.

» Cette seconde partie se distingue encore parce qu'elle est entourée, à distance, par un fil extrêmement délié, contourné en spirale et fixé en apparence au commencement et à la fin de cette seconde portion de la partie principale.

» A un grossissement de 350 diamètres, on voit cette spire se mouvoir régulièrement et très-rapidement, d'avant en arrière, tandis que la partie principale exécute des glissements ou des mouvements de flexion qui s'opèrent, avec lenteur, en sens opposé.

» Ce phénomène extraordinaire a paru, aux premiers observateurs, MM. Meyer, Wagner et Valentin, l'effet de cils vibratiles. J'avais eu moi-même cette illusion dans mes premières observations, et je lui trouvais beaucoup de ressemblance avec les mouvements produisant l'apparence d'une roue qui tourne chez les rotifères; mais lorsque l'animal est mort, on aperçoit facilement la continuité du fil en spirale. J'ai été à même de reconnaître cette continuité, dans un cas où le corps d'un spermatozoïde sans mouvement était traversé par un spermatozoïde à spire encore mobile. Le corps du premier était soulevé et abaissé alternativement par les parties saillantes et rentrantes de la spire, à mesure qu'elles passaient sous lui.

» M. Siebold a reconnu, le premier, cette continuité; mais il avait cru voir l'extrémité caudale du spermatozoïde se replier autour du corps pour former cette spire, tandis que M. Dujardin a démontré qu'elle formait une partie accessoire très-distincte de la partie principale (1).

---

(1) Voir *Froriep neue Notizen*, etc., t. I, n° 46, année 1837; *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* pour 1837, et *Annales des Sciences naturelles*, 2e série, t. X, p. 28 et suiv., année 1838.

» Nous avons trouvé également cette partie accessoire dans les spermatozoïdes de la *Salamandre commune*. Il nous a fallu, pour cela, un grossissement de 450 diamètres au moins. Avec un grossissement plus faible nous avions cru qu'elle n'existait pas. Elles ont $0^{mm},27$ à $0^{mm},30$.

» La partie principale est également en forme de long fil; ses deux extrémités sont amincies, et sa partie antérieure, formant un peu plus du tiers de la longueur totale, est plus épaisse et plus opaque. Cette première partie se continue brusquement dans l'autre.

§ VI. — *Développement des spermatozoïdes, et structure intime de la glande spermagène.*

» Les spermatozoïdes n'existent pas dans la glande spermagène, hors de l'époque du rut, et leur développement, à cette époque, est successif et non simultané, dans les différentes parties dont cette glande se compose : c'est, du moins, ce que nous avons constaté chez le Triton à crête (§ II) et dans la Salamandre commune.

» Nous avons déjà vu qu'une seule de ces parties contenait, dans un cas, des spermatozoïdes. Elle se distinguait par sa couleur blanc de lait; tandis que celle qui n'avait que des granulations était gris de perle, demi-transparente et très-injectée de vaisseaux sanguins.

» Le testicule, outre sa membrane péritonéale et sa membrane propre, se compose des replis de celle-ci qui forment des cloisons interceptant de petites cellules, comme celles d'une ruche d'abeilles. C'est dans ces cellues de l'albuginée que sont contenues les petites poches glanduleuses dans lesquelles se forme la semence et se développent les spermatozoïdes. Ces poches glanduleuses, que j'appellerai *capsules primaires*, s'aperçoivent à travers les deux enveloppes de la glande, dans toute l'étendue de sa surface.

» Leur diamètre moyen est de $0^{mm},5$, mais elles varient beaucoup pour le volume comme pour la forme. La plupart cependant sont sphériques, il y en a de plus ou moins allongées.

» Ces capsules en renferment de plus petites, que je distinguerai sous le nom de *capsules secondaires* ou de *capsules génératrices*. Celles-ci ne contiennent, hors du rut, que des granulations opaques, mélangées de molécules huileuses transparentes. On distingue alors très-bien leurs parois membraneuses.

» Le diamètre de ces capsules génératrices est de $0^{mm},025$. A l'époque du rut elles sont remplies d'un écheveau de spermatozoïdes, roulé en une pelote sphérique. Les plus avancées dans leur développement ont évidem-

ment rompu les parois de la capsule génératrice qu'on ne distingue plus, et l'écheveau commence à se déployer.

» Les capsules primaires ne semblent remplies, lorsque l'animal est en plein rut, que de pelotons de spermatozoïdes; ces pelotons restent bien distincts les uns des autres, quoiqu'on n'aperçoive plus leur enveloppe génératrice.

» Entre l'époque où l'on ne trouve dans les capsules génératrices que des granules et celle où elles sont remplies de pelotes de spermatozoïdes complétement formés, nous avons vu un développement intermédiaire dans la *Salamandre commune*.

» Chaque glande spermagène était divisée en deux ou trois masses distinctes, tenant ensemble par un assez long cordon. Les deux premières de ces divisions principales étaient sous-divisées en deux parties : l'une conservant un peu de transparence et l'autre blanc de lait. Celle-ci avait des spermatozoïdes aussi développés que ceux du canal déférent. La première en renfermait aussi, mais on ne voyait à la plupart que le corps plus ou moins contourné; quelques-uns seulement avaient un filet rudimentaire pour la queue, c'est-à-dire plus court et d'un plus petit diamètre que dans l'état parfait, et l'on n'apercevait autour aucune spirale. Le corps avait $0^{mm},08$ et $0^{mm},09$.

» Je crois pouvoir en conclure que, dans la *Salamandre commune*, l'on peut observer des degrés différents de développement dans les spermatozoïdes, ainsi que M. Lallemand l'avait annoncé pour ceux des raies, d'après des observations faites conjointement avec M. Milne Edwards (1). J'ajouterai que ceux que j'ai extraits des différentes parties du testicule, immédiatement après la mort de la Salamandre, n'avaient aucun mouvement; tandis que ceux du canal déférent étaient extrêmement vifs et vivaces, leurs mouvements continuant encore vingt-quatre heures après la mort de l'animal.

§ VII. — *Mélanges des produits de la génération et des organes urinaires chez les mâles des Tritons à crête.*

» J'ai extrait de la vessie urinaire d'un individu en rut de cette espèce, des spermatozoïdes pleins de vie.

» Dans un autre individu, que je conserve et dont j'ai fait figurer l'appareil génito-urinaire, la vessie renferme un dépôt considérable de spermatozoïdes mêlés entre eux et mélangés de granulations, et non plus disposés en écheveaux réguliers.

---

(1) *Annales des Sciences naturelles*, 2ᵉ série, t. XV, p. 257.

» Je ne fais qu'indiquer ici ces observations, me proposant de traiter plus en détail, dans le fragment suivant, des rapports entre les organes urinaires et ceux de la génération.

§ VIII. — *Conclusions ou résumé des faits énoncés dans les paragraphes précédents.*

» Voici les conclusions que je crois pouvoir tirer des observations précédentes, sur la glande spermagène des Salamandres et des Tritons, son organisation intime et le produit de sa sécrétion :

» 1°. Cette glande n'est jamais multiple, comme plusieurs anatomistes l'ont cru, mais elle peut être divisée plus ou moins profondément en deux, trois parties et plus, suivant les espèces.

» 2°. La *Salamandra atra* de SCHREIBER ne l'a pas divisée.

» 3°. Elle est toujours divisée, à l'âge adulte, dans la *Salamandra maculosa,* LAUR. : nouvelle preuve que ces deux espèces sont réellement distinctes.

» 4°. Chez le *Triton alpestris,* BECHST., la glande spermagène n'est pas divisée.

» 5°. Elle est divisée en trois parties, au moins, hors de l'époque du rut, dans le Triton à crête; ses divisions se multiplient jusqu'au nombre de sept, lorsque l'animal est en plein rut; mais plusieurs sont peu profondes, résultant d'étranglements peu prononcés dans le sens du diamètre transversal de la glande, et ne sont pas des séparations réelles. D'autres n'ont plus entre elles qu'un canal tordu, ou contourné en spirale, formé par la membrane propre de la glande, revêtue du péritoine, et ne contenant aucune capsule glanduleuse (aucun granule, comme le disait M. Rathke déjà en 1820).

» 6°. Les divisions des testicules peuvent varier pour la forme et pour le nombre chez le même individu, non-seulement suivant qu'il est hors du rut ou à cette époque, mais encore d'un testicule à l'autre; de sorte qu'il y a, dans quelques cas, sous ce rapport, dans ces organes pairs, une complète asymétrie.

» Ces différences dans la forme n'étonneront pas si l'on réfléchit que le testicule est un organe de sécrétion, ou un organe *chimique,* ainsi que je l'ai dit du foie (dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, le 6 octobre 1835); que la forme générale d'un organe de cette nature peut varier sans changer sa fonction, qui dépend uniquement de son organisation la plus intime; tandis que dans les organes physiques, tels que l'œil, les muscles, les os, employés comme leviers, la forme est essentielle, et ne peut varier sans modifier ou même sans empêcher entièrement le jeu de la fonction.

» 7°. La structure intime de ces organes de sécrétion est la circonstance organique qui ne varie point; elle se compose :

» *a*. De cloisons polygonales, qui paraissent un prolongement de la membrane propre du testicule, et dont l'usage doit être analogue à celui du corps d'highmor des mammifères;

» *b*. De *capsules primaires* ou de *poches glanduleuses* de différentes formes sphériques, oblongues, coniques, qui remplissent le sac plus ou moins distendu, formé par la membrane propre du testicule;

» *c*. De *capsules secondaires* ou *génératrices* des spermatozoïdes, remplies de leurs écheveaux contournés en pelotes, à l'époque du rut, ou de simples granules hors de cette époque.

» Cette structure est entièrement analogue à celle des glandes spermagènes des raies, dont nous avions décrit, en 1805, les principales circonstances organiques, mais que MM. J. Müller, Stannius et surtout M. Hallmann (1) ont exposées plus en détail; ce dernier, en faisant connaître à la fois le développement le plus circonstancié de leurs spermatozoïdes, que M. Lallemand étudiait presque en même temps (2).

» 8°. J'ai constaté que le développement des spermatozoïdes chez les Tritons et les Salamandres, à l'époque du rut, n'était pas simultané, mais successif, dans les divisions principales de la glande spermagène; et que c'est cette circonstance qui donne des apparences différentes de couleur aux parties dont se compose la glande spermagène dans le Triton à crête.

» La division du testicule où les spermatozoïdes sont complétement formés dans leurs capsules génératrices, prend une couleur blanc de lait; tandis que celle où ces capsules ne renferment encore que des granules et des gouttes d'huile est gris de perle; elle a ses vaisseaux sanguins très-injectés.

» Cette partie n'est donc pas une glande particulière, comme l'avait rapporté M. Dufay. Elle devient semblable aux autres par suite de son développement, et renferme à son tour des spermatozoïdes, contrairement à l'opinion des physiologistes qui avaient pensé qu'elle n'en renfermait jamais. Ces spermatozoïdes n'y acquièrent pas de suite leurs proportions et leur complication organique; il y a des degrés dans leur développement.

» 9°. J'ai découvert l'existence d'un épididyme considérable chez les Tritons à crête et alpestre, dans la Salamandre noire et la commune, et j'ai

---

(1) *Archives de J. Müller* pour 1840, pages 41 et 207.

(2) *Annales des Sciences naturelles*, 2e série, t. XV, p. 257; Paris, 1841.

reconnu et décrit les canaux séminifères qui s'y rendent, sa structure vasculaire et sa terminaison dans le canal déférent. Ce sont autant de faits nouveaux pour l'anatomie comparée.

» Ce corps, intermédiaire entre les testicules et le déférent, paraît donc exister chez toutes les espèces de Tritons et de Salamandres; mais il ne devient évident qu'à l'époque du rut.

» On peut en conclure que la glande spermagène est aussi compliquée chez ces reptiles que dans les animaux supérieurs. Seulement la partie de la glande chargée de la sécrétion se compose de capsules au lieu de canaux.

» 10°. La découverte que j'ai faite d'un amas de spermatoïdes dans la vessie urinaire de deux Tritons à crête, à l'époque du rut, qui y paraissaient en dépôt comme dans leur réservoir naturel, et conservaient, dans l'un de ces animaux que j'avais eu vivant, toute l'activité de leurs mouvements, constate de nouveau l'innocuité de l'urine pour ces machines animées, et montre à la fois les rapports plus ou moins intimes qui existent entre les organes génitaux et les organes urinaires. »

M. **Arago** présente, au nom de l'auteur, M. **Biot**, un exemplaire du deuxième volume du *Traité élémentaire d'Astronomie physique,* troisième édition. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

M. **Duvernoy** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de son *Mémoire sur les dents des Musaraignes.*

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur une Note de* M. **Passot** *relative aux forces centrales.*

(Commissaires, MM. Cauchy, Piobert, Binet rapporteur.)

« Nous avons été chargés, MM. Cauchy, Piobert et moi, de prendre connaissance d'une Note adressée le 19 août dernier à l'Académie, par M. Passot, et de faire un Rapport sur cette Note. Elle est intitulée : *Conséquence immédiate de la théorie académique sur les forces centrales.*

» L'Académie peut se rappeler que des Rapports favorables ont accueilli des communications de M. Passot, sur des expériences d'hydraulique relatives à une espèce de turbine, ou roue à réaction, d'une construction particulière : malheureusement M. Passot a souvent accompagné ses communications

de considérations purement théoriques, dans lesquelles des propositions de dynamique ont été attaquées, de manière à prouver que la partie de la science du calcul qui est indispensable pour ces théories n'était pas bien comprise par M. Passot. Un grand nombre de Lettres, écrites avec une précipitation fâcheuse pour l'auteur, et plusieurs pièces imprimées, renferment la preuve évidente, pour les géomètres, que les discussions théoriques de M. Passot sont habituellement incomplètes et inexactes. Sa nouvelle Note reproduit des assertions et des calculs que l'on ne saurait admettre, et qu'une première Commission a dû improuver. En conséquence, l'opinion de vos Commissaires est que la Note présentée le 19 août ne mérite pas l'attention de l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

M. **Arago** a fait un Rapport verbal détaillé sur les travaux relatifs à la météorologie, au magnétisme terrestre et à la physique du globe, qui ont été exécutés pendant la longue campagne de *l'Astrolabe* et de *la Zélée*, par MM. **Vincendon-Dumoulin** et **Coupvent-Desbois**; nous reparlerons de ces travaux à l'occasion du Rapport écrit qu'une Commission de huit membres doit présenter.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Mémoire sur les fermentations benzoïque, salygénique et phorétinique; par* M. **Bouchardat**. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans la séance du 9 octobre 1843, et dans celle du 19 février 1844, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie une suite d'expériences et d'observations sur le pouvoir moléculaire rotatoire des alcalis végétaux et de substances diverses. Dans la séance du 17 juin dernier, j'ai lu un Mémoire sur les ferments alcooliques : le travail que je présente aujourd'hui est la suite de ces deux ordres de recherches.

» J'ai vu que l'amygdaline, de même que la phoridzine et la salicine, exerçaient une action assez énergique sur la lumière polarisée. Dans une prochaine communication je caractériserai l'action de l'amygdaline, de même que celle de l'acide amygdalique, dont l'étude optique m'a offert des remarques intéressantes.

» Dans les trois fermentations dont je me suis occupé dans le présent Mémoire, trois matières complexes (amygdaline, salicine, phoridzine), déviant à gauche les rayons de la lumière polarisée, se dédoublent sous l'in-

fluence d'une très-petite proportion d'une matière azotée, en substances diverses, inactives sur la lumière polarisée, et en sucre exerçant la rotation vers la droite, et non intervertible par l'action des acides étendus.

» La synaptase réagit d'une manière à peu près semblable dans les trois cas; son action sur la salicine a été étudiée par M. Piria (*Comptes rendus*, t. XVII, p. 186). Il convient, il me semble, comme cela a déjà été fait pour la transformation de l'amygdaline, de ranger ces curieuses transformations dans le cadre général des fermentations; car on voit une substance azotée, la synaptase, intervenant en quantité infiniment petite, et dédoublant à la température ordinaire des substances organiques en dissolution dans l'eau; mais on se tromperait fort si l'on rapprochait ces réactions d'une manière absolue des fermentations alcooliques.

» En effet, les fermentations alcooliques sont liées à l'existence de globules organisés et vivants, et il en est tout autrement dans les fermentations salygénique, phorétinique et benzoïque. Dans la fermentation salygénique nous voyons, il est vrai, apparaître des globules, mais ils agissent moins énergiquement que la synaptase; et puis voici, sur cette question importante, des observations décisives. Si l'on fait intervenir dans la réaction de l'acide cyanhydrique, la transformation de la salicine n'en est point entravée, et *il ne développe pas de globules*. Il en a été de même lorsque j'ai ajouté dans les liquides réagissants du sulfate de cuivre ou du cyanure de mercure; dans ces deux derniers cas il s'est formé, il est vrai, un dépôt, mais le microscope n'y indiquait pas de globules organisés. Les fermentations alcooliques dépendent si bien de la vie des globules, que toutes les substances, comme les sels de mercure, de cuivre, l'éther sulfurique, les essences, la créosote, l'acide cyanhydrique, etc., dont j'ai démontré la fâcheuse influence sur les plantes ou sur les animaux qui vivent dans l'eau, arrêtent presque immédiatement ces fermentations alcooliques, et ils n'ont que peu ou pas d'influence sur la marche des fermentations benzoïque, salygénique, phorétinique. Ces différences nous montrent qu'il ne faut point être exclusif dans les théories sur les fermentations.

» La théorie des globules organisés et vivants, si facile à vérifier pour les fermentations alcooliques, n'est plus exacte ici, tandis que tout me porte à croire que l'opinion que M. Liebig a cherché à généraliser est, pour ces faits, l'expression de la vérité.

» Je dois ajouter, en terminant, que l'appareil de polarisation de M. Biot m'a permis de suivre, avec la plus grande facilité, les différentes phases des transformations dont je m'occupais, et d'apprécier avec exactitude l'influence

des substances diverses sur la marche de ces fermentations. En effet, ce sont toujours des principes exerçant la déviation vers la gauche qui, par leur dédoublement, donnent des matières inactives et une substance exerçant la rotation vers la droite. Le changement dans le sens ou dans l'intensité de la déviation me permettait d'apprécier à chaque instant les progrès des transformations. »

ANATOMIE. — *Mémoire sur les masses comparatives que présentent, dans l'homme et quelques animaux mammifères, les différents organes qui composent le système nerveux; par* M. **Bourgery**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. de Blainville, Serres, Flourens.)

« Partant de ce principe, que j'ai posé ailleurs, que le système nerveux, agent de toutes les fonctions, les représente toutes matériellement, l'objet essentiel de ce travail est de déterminer les rapports du système nerveux avec lui-même, par la comparaison des divers appareils dont il se compose.

» En voici les principaux résultats :

Poids comparatifs de l'encéphale et de ses différentes parties dans l'homme et quelques mammifères.

	Bulbe rachidien et isthme de l'encéphale.	Couches optiques et corps striés.	Cervelet.	Hémisph. cérébraux.	Encéphale en son entier.
Homme adulte	0,028	0,057	0,141	1,095	1,321
Poids moyens de deux chevaux.	0,051	0,064	0,072	0,404	0,591
Chien de moyenne taille	0,008	0,009	0,010	0,072	0,102
Petit chien de 2 ans	0,0045	0,005	0,007	0,037	0,053
Chat de 1 an	0,003	0,003	0,0045	0,020	0,032
Veau pesant 76 kilogrammes	0,028	0,034	0,052	0,211	0,325
Mouton	0,010	0,010	0,012	0,057	0,089

» Les hémisphères cérébraux sont au reste de l'encéphale (tige céphalique de la moelle et cervelet) :

Dans l'homme. . . .	:: 1	:	0,20
le chien. . . .	:: 1	:	0,45
le cheval. . . .	:: 1	:	0,47
le chat.. . . .	:: 1	:	0,50
le veau. . . .	:: 1	:	0,54
le mouton. . .	:: 1	:	0,56

» D'où il résulte que les hémisphères, qui forment cinq fois en poids le reste de l'encéphale dans l'homme, en font seulement un peu plus du double dans le chien et le cheval, le double dans le chat et moins du double dans le veau et le mouton.

» Un deuxième rapport est celui des hémisphères cérébraux dans l'homme et les animaux.

» Leur poids, qui est de 1095 grammes dans l'homme, étant pris pour unité, ces hémisphères sont, à ceux des animaux,

Pour le cheval.	:: 1	:	0,378
le veau.	:: 1	:	0,193
le chien de moyenne taille. .	:: 1	:	0,075
le mouton..	:: 1	:	0,050
le petit chien de 2 ans.. . .	:: 1	:	0,034
le chat de 1 an.	:: 1	:	0,018

» Pour un troisième rapport, si l'on fait un même groupe des hémisphères cérébraux et du cervelet, qui semblent inséparables, et qu'on les compare, dans l'homme et les animaux, avec la tige céphalique de la moelle épinière, on obtient :

	POIDS des hémisphères et du cervelet réunis.	POIDS de la tige encéphalique.	RAPPORT de la tige encéphalique aux hémisphères et au cervelet réunis.
Homme.	1236gr	85	$\frac{69}{1000}$
Chien (le petit).	44	9	$\frac{204}{1000}$
Chien de moyenne taille.	»	»	$\frac{207}{1000}$
Cheval.	476	115	$\frac{242}{1000}$
Chat.	24,5	6	$\frac{244}{1000}$
Veau.	263	62	$\frac{236}{1000}$
Mouton	69	20	$\frac{239}{1000}$

» Il est évident, par ce tableau, que la proportion de la substance des centres encéphaliques, par rapport au prolongement de la moelle épinière, diminue graduellement du chien au mouton.

» Un quatrième rapport, dans l'homme et les animaux, a pour objet le poids du cervelet comparé avec celui des hémisphères cérébraux pris pour unité.

Il est : dans l'homme	::	1	:	0,129
le chien de moyenne taille	::	1	:	0,140
le petit chien	::	1	:	0,188
le cheval	::	1	:	0,178
le chat	::	1	:	0,225
le veau	::	1	:	0,246
le mouton	::	1	:	0,210

» On voit que dans l'homme, et après lui le chien et le cheval, le poids du cervelet, par rapport au cerveau, se soutient beaucoup plus fort que dans les autres animaux. Parmi ces derniers, par une singularité qui n'existe que pour le cervelet, le mouton semble l'emporter sur le chat et le veau; mais il est évident que cela ne tient pas à la masse plus considérable du cervelet, mais au contraire à l'infériorité relative du cerveau.

» Un cinquième rapport montre, dans l'homme et les animaux, le poids de la tige céphalique de la moelle épinière (bulbe rachidien, protubérance, pédoncules cérébraux, couches optiques et corps striés) comparé avec celui des hémisphères cérébraux :

Dans l'homme	::	1	:	0,078
le chien de moyenne taille	::	1	:	0,236
le petit chien de 2 ans	::	1	:	0,256
le cheval	::	1	:	0,284
le chat de 1 an	::	1	:	0,300
le veau	::	1	:	0,293
le mouton	::	1	:	0,351

» D'après ce tableau, l'homme est le seul qui offre une supériorité si grande du poids du cerveau sur celui de la tige céphalique représentant les organes des sens, de la sensibilité générale et du mouvement. La proportion décroît ensuite assez régulièrement du chien au mouton, sauf le veau; mais peut-être cette apparence de supériorité relative de ce dernier sur le chat ne dépend-elle que de ce que la tige céphalique n'avait pas pris encore tout son développement proportionnel, eu égard à celui du cerveau.

Conclusions.

» De l'ensemble de ce travail il me paraît que l'on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1°. De même que, dans l'homme, comme il ressort de tous les travaux de la science moderne, l'étendue et la variété de l'intelligence sont généralement en proportion de la *quantité* de la substance cérébrale, sauf les conditions physiologiques de la texture; de même aussi, chez les animaux, le développement de l'instinct paraît en rapport avec la quantité de la matière cérébrale dans chacun d'eux, sauf également la question de qualité entre les individus d'une même espèce.

» 2°. La somme des instincts, chez les animaux comparés entre eux, est d'autant plus grande que le poids proportionnel des hémisphères cérébraux, et peut-être aussi du cervelet, est plus considérable par rapport à celui des centres nerveux de l'axe cérébro-spinal. Ce sera l'objet d'un autre Mémoire, de montrer que le rapport est le même pour la somme des facultés psychiques chez l'homme.

» 3°. Le système nerveux, l'agent matériel de la vie, exerce trois sortes de fonctions: les premières spontanées ou propres à l'être vivant et qui ne peuvent ressortir uniquement de l'action des lois générales de la nature; les secondes physiques, les troisièmes chimiques, qui se nuancent d'un groupe à l'autre par des fonctions mixtes intermédiaires. Les fonctions spontanées indiquent la destination de l'être vivant; les autres établissent pour l'entretien du corps matériel ses rapports avec les lois de la chimie et de la physique générales.

» Ces conditions posées :

» En dehors de toute question de la qualité relative de substance;

» 1°. Une masse nerveuse cérébrale, qui est quatre fois celle de tout le reste des organes encéphalo-rachidiens, est exigée pour les manifestations psychologiques de l'homme;

» 2°. Les instincts de l'animal, sortes d'intermédiaires, à ce qu'il semble, plus rapprochés de l'action physique des sens que de l'intelligence de l'homme, ne requièrent que cinq ou six fois moins de la substance nerveuse qui leur est propre.

» Au-dessous, la quantité de substance nécessaire aux organes, pour leurs fonctions, diminue graduellement dans cet ordre:

» 3°. Les sens et les nerfs de la sensibilité générale, organes de physique vivante;

» 4°. La fonction physique du mouvement;

» 5°. La fonction physico-chimique de la respiration.

» Puis, parmi les fonctions chimiques :

» 6°. La digestion;

» 7°. Les élaborations organiques;

» 8°. L'assimilation.

» Tels sont les résultats qui ressortent de la détermination en poids de la substance nerveuse. Mais pour arriver à une conclusion rigoureuse, il faudrait pouvoir ajouter à la quantité anatomique la qualité physiologique, et quelque chose encore de plus essentiel, mais indéfinissable, qui imprime un si grand caractère aux manifestations psychologiques de l'homme. C'est que, de même que pour tous les tissus, qui diffèrent dans les animaux, il y a aussi une substance nerveuse propre à chacun d'eux et, avant tous, à l'homme. Gardons-nous donc d'assimiler entre eux des organes dont les manifestations physiologiques, loin d'être généralement analogues, sont partout si profondément différentes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Banet** adresse la deuxième partie de son *Mémoire sur les perturbations dans les mouvements célestes dues à la résistance de l'éther.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Parrot** soumet au jugement de l'Académie une Note ayant pour titre : *Coup d'œil sur l'endosmose,* Note dans laquelle il rappelle des expériences faites par lui, en 1803, sur les conditions qui président au mélange de deux liquides d'inégale densité, séparés par une cloison organique perméable; il adresse, en même temps, une Dissertation inaugurale dans laquelle il avait, à la même époque, signalé ces phénomènes et quelques-unes de leurs applications à la physiologie et à la pathologie. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

Dans la Lettre qui accompagne cette Note, M. Parrot présente quelques remarques qui lui ont été suggérées par une communication récente de M. *Fournet* sur l'*Influence de la pression dans les phénomènes géologico-chimiques.*

La Note sur l'endosmose est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Dutrochet, Despretz, Regnault.

M. Guyon adresse d'Alger une Note *sur les anciens Maures du nord de l'Afrique*.

Dans cette Note l'auteur s'attache à distinguer, par leurs caractères physiques, les peuples qui du temps des Romains étaient désignés sous le nom de Maures, de ceux qui étaient connus sous celui de Numides. Il ne trouve plus ces anciens Maures dans la Mauritanie, mais il pense les reconnaître dans certaines tribus du Sénégal, et il pense, en outre, que la race a laissé, dans quelques îles de la Méditerranée, des traces du séjour qu'elle y a fait; il lui semble, par exemple, reconnaître dans le Maltais des caractères qui résultent d'un croisement avec les anciens Maures.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour d'autres communications du même auteur relatives à l'anthropologie.)

L'Académie reçoit, pour le concours au prix concernant la Vaccine, un Mémoire écrit en italien et dont l'auteur n'a pas fait connaître son nom qui est contenu sous pli cacheté.

(Renvoi à la Commission du prix de Médecine qui décidera si cette pièce est arrivée assez à temps pour qu'on puisse l'admettre au concours.)

M. A. Vincent soumet au jugement de l'Académie trois Notes ayant pour titres : l'une, *Nouveau système de défense des côtes;* l'autre, *Projet d'un nouveau canon se chargeant par la culasse;* et la dernière, *Moyen d'empêcher les embarcations sous voile de chavirer.*

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Duperrey) (1).

M. Chopineaux adresse la figure et la description d'un *nouveau moteur* destiné pour la navigation.

(Renvoi à la Commission nommée pour de précédentes communications du même auteur.)

M. Desagneaux adresse une Note pour faire suite à celle qu'il avait précédemment envoyée sous le titre de *Perfectionnement du thermomètre et du baromètre.*

(Renvoi au Commissaire précédemment nommé.)

---

(1) Ces trois pièces, présentées à la séance du 16 septembre 1844, ont été omises par suite d'une erreur dans le *Compte rendu* de cette séance.

CORRESPONDANCE.

CHIMIE. — *Sur un nouvel oxyde de chrome; par* M. EUG. PELIGOT.

« Mes recherches sur l'uranium m'ont conduit à étudier les produits de l'action simultanée du chlore et du charbon sur plusieurs corps oxydés doués d'une grande stabilité et qui ne perdent leur oxygène que sous l'influence réunie de ces deux corps. L'Académie se rappelle que cette même action a seule permis de constater l'existence de l'oxygène dans l'*urane*, oxyde qu'on considérait comme étant un corps simple métallique.

» Je me propose de faire connaître dans cette Note, afin de prendre date, quelques faits relatifs aux produits qui résultent de la décomposition de l'oxyde vert de chrome par le chlore et le charbon : je présenterai bientôt à l'Académie un travail détaillé sur ce sujet.

» On sait qu'en faisant passer un courant de chlore sur un mélange d'oxyde de chrome et de charbon, on obtient un chlorure qui se sublime en belles écailles de couleur violette. Ce composé correspond au sesquioxyde de chrome Cr^2O^3; sa composition, ainsi que j'ai pu le constater par de nouvelles analyses, est représentée par la formule Cr^2Cl^3.

» Mais ce produit n'est pas le seul corps chloré qui prenne naissance dans cette opération; sa formation est précédée de celle d'un autre chlorure qui paraît avoir échappé à l'attention des chimistes, et qui se présente sous la forme de cristaux très-fins, blancs et soyeux, habituellement mélangés avec du charbon et de l'oxyde de chrome; ces cristaux verdissent immédiatement quand on les expose au contact de l'air, et se changent en peu d'instants en une liqueur verte; ils absorbent tout à la fois de l'oxygène et de l'eau à l'atmosphère. Les analyses que j'ai faites de ce chlorure ne laissent aucun doute sur sa nature; il est composé de 1 équivalent de métal et de 1 équivalent de chlore $CrCl$; il correspond par conséquent à un degré d'oxydation du chrome CrO inconnu jusqu'à ce jour.

» Ce même corps prend naissance quand on fait passer un courant d'hydrogène sur du chlorure de chrome violet chauffé au rouge sombre; il se dégage de l'acide chlorhydrique, et il reste une masse cristalline blanche; en opérant à une température plus élevée, cette masse entre en fusion et présente, après son refroidissement, une texture fibreuse. Un chimiste allemand, M. Moberg, a étudié, en 1843, l'action de l'hydrogène sur le

chlorure de chrome violet; il a méconnu d'ailleurs la nature du composé qui résulte de cette action, et qu'il n'a pas obtenu à l'état de pureté. Mes expériences sur le protochlorure de chrome produit par le chlore, l'oxyde de chrome et le charbon sont de 1842, ainsi que je puis l'établir par le témoignage de plusieurs chimistes auxquels j'ai communiqué, dès cette époque, les résultats de mes analyses.

» Le protochlorure de chrome, préparé par l'un ou l'autre de ces procédés, offre les propriétés suivantes : mis en contact avec l'eau, il se dissout immédiatement; si l'eau est aérée et si l'on opère en présence de l'air, la dissolution est verte; *elle est bleue* lorsqu'on évite entièrement l'influence de l'oxygène.

» Je ne connais aucun corps qui soit altéré plus rapidement que ce composé par le contact de l'oxygène; aussi, pour étudier ses réactions, faut-il opérer constamment avec de l'eau privée d'air par l'ébullition et dans une atmosphère d'acide carbonique.

» La dissolution verte qui résulte de l'action de l'air et de l'eau sur le protochlorure de chrome possède la singulière propriété de dissoudre, avec grand dégagement de chaleur, une quantité considérable de chlorure de chrome violet; ce dernier corps, quand il est pur, est entièrement insoluble dans l'eau et dans les acides; cette propriété du chlorure blanc, lequel accompagne habituellement le chlorure violet, quand celui-ci est préparé par la méthode ordinaire, a jeté beaucoup d'incertitude sur les véritables caractères de ce dernier corps, que certains auteurs considèrent comme très-soluble dans l'eau et comme produisant une dissolution verte, tandis que d'autres lui contestent avec raison cette solubilité.

» Quand le protochlorure de chrome a été préparé par le sesquichlorure et l'hydrogène, on remarque que sa dissolution dans l'eau est accompagnée d'un dégagement d'hydrogène; cette décomposition de l'eau, qui d'ailleurs est peu considérable, semble indiquer l'existence d'un sous-chlorure qui résulterait, comme le sous-chlorure d'uranium, de l'action prolongée de l'hydrogène sur le protochlorure.

» La potasse donne, avec la dissolution bleue de protochlorure de chrome un précipité brun qui est probablement l'hydrate de protoxyde, correspondant à ce chlorure; l'ammoniaque donne un précipité de même nature; un excès d'ammoniaque fournit une dissolution bleue qui, sous l'influence de l'air, devient violette et finit par acquérir une couleur rouge.

» Le monosulfure de potassium précipite en noir la dissolution de protochlorure de chrome.

» En versant dans cette même liqueur bleue une dissolution d'acétate de soude ou de potasse, on voit apparaître immédiatement de petits cristaux rouges et transparents, qui se réunissent rapidement au fond du vase. Ces cristaux se détruisent quand on les expose pendant quelques instants au contact de l'air ; mais il est possible, en employant des précautions minutieuses que j'indiquerai dans mon Mémoire, de les obtenir dans un état de pureté très-satisfaisant ; leur aspect, quand ils sont secs, rappelle celui du protoxyde de cuivre.

» Ce corps est l'*acétate de protoxyde de chrome*, dont la composition, d'après quatre analyses qui s'accordent très-bien entre elles, est représentée par la formule

$$C^4 H^3 O^3, Cr O, HO.$$

» La détermination du carbone de ce sel, que j'ai faite avec un soin extrême, m'a permis de soumettre à une épreuve rigoureuse le nombre qui représente le poids atomique du chrome ; j'ai tout lieu de penser que ce nombre n'est pas exact; il est notablement trop fort; je communiquerai très-prochainement à l'Académie les résultats qui m'autorisent à émettre cette assertion.

» J'ai analysé un autre sel de protoxyde de chrome dont l'existence semble devoir jeter beaucoup de lumière sur la nature de cet oxyde; c'est un sulfate double de protoxyde de chrome et de potasse dont la composition est représentée par la formule

$$SO^3, KO + SO^3, Cr O + 6 HO,$$

qui est celle d'un grand nombre de sulfates doubles. Le protoxyde de chrome est probablement isomorphe avec la magnésie et plusieurs oxydes de même constitution; le chrome offrira donc le caractère remarquable d'un triple isomorphisme: celui de son protoxyde $Cr O$ avec ces oxydes; de son sesquioxyde $Cr^2 O^3$ avec l'albumine, le peroxyde de fer, etc.; de l'acide chromique $Cr O^3$ avec l'acide sulfurique. »

CHIMIE. — *Note sur la fabrication de l'acide acétique; par* M. **Melsens**.

« D'après M. Thompson (Liebig, *Traité de Chimie organique*, t. I), on obtient un acétate acide de potasse contenant 6 équivalents d'eau de cristallisation.

» M. Detmer (*Philosophical Magazine*, juin 1841) a constaté la formation de l'acétate acide de potasse, lorsqu'on fait passer un courant de chlore dans une dissolution d'acétate neutre. Il ne donne pas l'analyse de ce sel, son Mémoire étant fait dans une autre direction.

» J'avais, en 1839, trouvé et analysé un acétate acide d'une composition autre que celle qui lui est assignée par M. Thompson. Je n'ai pas cherché à reproduire le sel du chimiste anglais, quand j'ai vu qu'en dosant le potassium dans trois ou quatre cristallisations successives, j'obtenais toujours environ 25 pour 100 pour ce corps, tandis qu'un sel à 6 équivalents d'eau en donnerait moins de 20 pour 100.

» Le bi-acétate de potasse, tel que je l'obtiens en sursaturant de l'acétate de potasse par de l'acide acétique distillé, évaporant et laissant cristalliser, me paraît mériter, à plus d'un titre, l'attention des chimistes.

» Il se présente sous divers aspects, d'après la concentration, le degré d'acidité et la température à laquelle il se dépose. On l'obtient à l'état d'aiguilles prismatiques ou de lamelles qui, desséchées entre des doubles de papier, présentent l'aspect nacré.

» Quand on le fait cristalliser lentement, il se dépose sous la forme de longs prismes aplatis qui, d'après quelques mesures faites par M. de la Provostaye, paraissent appartenir au système prismatique rectangulaire droit.

» Ces cristaux sont très-flexibles, on peut les enrouler, ils se clivent dans tous les sens.

» Exposés à l'air, ils se liquéfient. Ils sont cependant beaucoup moins déliquescents que les cristaux d'acétate neutre ou d'acétate neutre fritté.

» L'alcool anhydre les dissout mieux à chaud qu'à froid; une dissolution concentrée se prend presque en masse par le refroidissement. Les vapeurs alcooliques sont acides quand on chauffe le sel dans ce véhicule.

» Quand on l'a desséché dans une atmosphère d'air sec, on peut le chauffer à 120 degrés dans le vide; il ne perd que deux ou trois millièmes de son poids par cette opération.

» A 148 degrés environ, il fond et perd quelques traces d'acide, sans doute par l'intervention de l'eau hygrométrique de l'atmosphère; il se prend en masse cristalline par le refroidissement. Il n'entre en ébullition que vers 200 degrés; mais au fur et à mesure qu'il perd de l'acide acétique cristallisable, son point d'ébullition s'élève jusqu'à 300 degrés, température vers laquelle l'acétate neutre qui reste dans la cornue fond et se décompose.

» Ce sel se représente par la formule brute

$$C^8 \genfrac{}{}{0pt}{}{H^7}{K} O^8,$$

ou

$$C^4 \genfrac{}{}{0pt}{}{H^3}{K} O^4 + C^4 H^4 O^4.$$

» I. $0^{gr},970$ d'acétate acide de potasse, desséché dans le vide sec, analysés par un mélange d'oxyde de cuivre et d'oxyde d'antimoine, ont donné :

$0^{gr},379$ d'eau, d'où H = 4,35,
$1^{gr},052$ d'acide carbonique, d'où C = 29,6.

» $0^{gr},633$ du même sel ont donné :

$0^{gr},348$ de sulfate de potasse, d'où K = 24,8.

» II. $1^{gr},119$ d'acétate acide de potasse, desséché à 120 degrés dans le vide, analysés comme précédemment, ont donné :

$0^{gr},441$ d'eau, d'où H = 4,4,
$1^{gr},223$ d'acide carbonique, d'où C = 29,9.

» $0^{gr},925$ du même sel ont donné :

$0^{gr},519$ de sulfate de potasse, d'où K = 25,2.

			Expérience.	
		Calcul.	I.	II.
C^8.....	48,00	30,3	29,6	29,9
H^7.....	7,00	4,4	4,3	4,4
K.....	39,25	24,8	24,8	25,2
O^8.....	64,00	40,5		
	158,25	100,0		

» La formule que je viens de donner se confirme par la décomposition que ce sel subit par la chaleur; aussi était-il important de faire l'analyse de l'acide brut obtenu en décomposant le bi-acétate.

» $1^{gr},056$ d'acide brut recueilli entre 250 et 280 degrés, ont donné :

$0^{gr},641$ d'eau, d'où H = 6,7,
$1^{gr},545$ d'acide carbonique, d'où C = 39,9;

ces nombres correspondent au calcul

		Calcul.	Expérience.
C^4.....	24	40,0	39,9
H^4.....	4	6,7	6,7
O^4.....	32	53,3	
	60	100,0	

» Ce moyen de se procurer de l'acide acétique chimiquement pur sera

sans doute préféré dans les laboratoires à l'ancien procédé; il fournit en acide acétique environ le tiers du poids de l'acétate acide de potasse employé.

» Ce procédé de fabrication de l'acide acétique pourrait, avec quelques modifications qui rendent inutile la préparation du bi-acétate, devenir un procédé industriel.

» En effet, lorsqu'on soumet à la distillation un excès d'acide acétique, qui ne soit pas trop étendu, sur de l'acétate neutre de potasse, une portion de l'acide se fixe sur la potasse, tandis que l'autre, devenue plus aqueuse, passe à la distillation. Mais au fur et à mesure qu'on chauffe, l'acide qui distille s'enrichit de nouveau, et enfin on obtient de l'acide cristallisable pur, si l'on prend la précaution de ne pas dépasser la température de 300 degrés, époque vers laquelle l'acide qui distille commence par prendre une teinte légèrement rosée d'abord, et ensuite sent l'empireume et l'acétone, ce qu'il est très-facile d'éviter.

» Voici l'analyse d'un acide obtenu de la sorte; je m'étais contenté de le purifier par une simple distillation, en rejetant les premières et les dernières portions.

» $1^{gr},984$ d'acide, bouillant vers 119 degrés, ont donné

$1^{gr},198$ d'eau, d'où .... H = 6,7
$2^{gr},880$ d'acide carbonique, d'où C = 39,6

Ces nombres correspondent sensiblement à la formule de l'acide monohydraté.

» L'industrie mettra probablement un jour ces faits à profit.

» Dans une fabrique d'acide pyroligneux, en effet, qui débite des acides à divers états de concentration, un appareil monté pour distiller l'acide acétique sur l'acétate de potasse pourrait les fournir sans que jamais ce sel se détruise. Au moyen de proportions, convenablement étudiées et appropriées au besoin, d'acide étendu et d'acétate de potasse, on obtiendrait divers hydrates et environ $\frac{1}{3}$ (37,9 pour 100) du poids de l'acétate neutre de potasse employé en acide cristallisable.

» Très-probablement la consommation de l'acide acétique monohydraté augmenterait, si sa valeur commerciale actuelle diminuait.

» Il constitue un dissolvant précieux quand il s'agit de séparer des résines des cires et des matières grasses.

» Il y a cependant une limite de dilution pour l'acide étendu, dont on pourra partir dans une fabrication de ce genre; elle est basée sur l'expérience suivante:

» Quand on fait passer un courant de vapeur d'eau dans de l'acétate acide, l'acide acétique, qui déplace l'eau de l'acétate de potasse neutre, est déplacé à son tour par l'eau quand celle-ci se trouve en excès. »

PHYSIOLOGIE. — *Lésion d'une partie des lobes antérieurs du cerveau, sans altération des facultés intellectuelles.* (Extrait d'une Lettre de M. **Blaquière**.)

« Dans le quartier San-Pablo, à Mexico, vivait, en 1843, une famille dont le chef était officier de cavalerie; un des enfants de cet homme, âgé de 12 ans, jouait imprudemment avec un des pistolets d'arçon de son père, d'un calibre égal aux nôtres (la balle, de dix-sept à la livre); son jeune frère, de 4 ans et demi, se présenta de profil au-devant du canon, le coup partit, traversa la tête d'une tempe à l'autre, et la balle s'amortit en s'aplatissant dans le plâtre de la muraille opposée.

» Si la mort ne fût arrivée que peu de jours après l'accident, un fait déjà si rare, accompagné des circonstances ultérieurement relatées, eût pu passer inaperçu; mais la prolongation de la maladie, sans aucune altération dans les facultés intellectuelles du jeune blessé, fixa l'attention du chirurgien qui lui donnait ses soins, et un grand nombre de médecins de la capitale furent appelés à vérifier le fait, qui avait déjà vingt jours de date.

» Ce jour, comme les suivants, nous trouvâmes le petit malade encore ecchymosé aux paupières, assis sur son lit, s'amusant de ses jouets, demandant avec instances plus d'aliments qu'on ne lui en accordait, sans fièvre, assez gai, excepté quand on procédait à son pansement, qui lui causait plus de contrariété que de souffrance, et *jouissant de tout l'ensemble des facultés intellectuelles que son âge comportait.*

» Ainsi, la mémoire entière, le jugement sain, le caractère moral entièrement égal à ce qu'il était avant l'accident; fonctions sensitives intactes autant que les fonctions corporelles; seulement le sommeil était moins profond, moins complet que d'habitude, sans doute à cause du défaut d'exercice.

» L'appareil levé laissait voir l'entrée et la sortie de la balle, situées toutes deux à environ 4 centimètres perpendiculairement au-dessus de la commissure externe de chacun des yeux, et selon une ligne transversale à l'axe de la tête.

» Six jours se passèrent ainsi sans autre variation dans l'état déjà décrit du jeune sujet, qui fut visité chaque jour, et alternativement, à l'heure du pansement, par un grand nombre de médecins mexicains ou étrangers.

» Enfin, la scène changea : des symptômes non équivoques d'inflammation se développèrent, et deux jours après, c'est-à-dire au vingt-neuvième jour de l'accident, le petit malade succomba.

» L'autopsie fut faite par notre savant confrère le docteur Jecker, de Paris, et en présence de plusieurs de ceux qui avaient suivi les dernières phases de la maladie.

» L'ouverture du crâne, à l'entrée de la balle, était plus étroite et mieux faite qu'à la sortie, comme il arrive toujours; la partie antérieure des deux hémisphères cérébraux était trouée par le passage de la balle, et ce trajet en suppuration. A sa partie supérieure la substance grise était encore intacte; au devant, la substance blanche offrait une épaisseur de 15 à 18 centimètres, jusqu'à la table postérieure du coronal. Les ventricules n'avaient pas été atteints.

» Voilà le fait en substance; de plus grands détails anatomiques ou pathologiques ne pourraient rien ajouter à sa signification ni rien en retrancher : je m'en abstiendrai. Il ne m'appartient d'ailleurs que comme témoin; tous ces détails seront un jour consignés dans nos Annales. J'ai pris l'avance, parce que son importance m'a paru m'en imposer la loi.

» En effet, si les vivisections donnent des conséquences qui ne doivent être admises qu'avec une grande réserve chez l'homme, il faut bien, en retour, que les faits pathologiques humains servent de contre-épreuve à la physiologie comparée dans ce qu'elle nous donne d'utile et de vrai.

» Haller et Zinn ont déjà signalé l'impassibilité des hémisphères cérébraux. M. Flourens, en leur attribuant d'être, *en masse,* le siége de la volition et des facultés intellectuelles et sensitives, a ajouté que : « une » portion assez restreinte des lobes cérébraux suffit à l'exercice de leurs » fonctions. » Le fait précité me paraît une démonstration de ces assertions appliquées à l'homme.

» Est-il nécessaire d'ajouter, comme corollaire, que la science, ou plutôt le système qui prétendait localiser les facultés intellectuelles et morales de l'homme, ne saurait espérer de se maintenir devant un fait unique, il est vrai, mais aussi concluant que celui que je viens de relater; car ce sont précisément les circonvolutions les plus importantes qui ont été impunément broyées et anéanties. »

M. **Joly** adresse, en son nom et celui de MM. **E. Dumas** et **J. Teissier**, une Note concernant les résultats de l'exploration qu'ils ont faite en commun, d'une localité dans laquelle M. E. Robert avait trouvé des os humains qu'il

considérait comme fossiles. (Voir le *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, séance du 3 juin 1844, t. XVIII, p. 1059.) Cette investigation fut faite pour répondre au désir exprimé par plusieurs membres du congrès scientifique alors siégeant à Nîmes.

M. Robert, qui assistait à cette réunion, voulut bien accompagner MM. Joly, Dumas et Tessier au lieu dit *le Colombier*, où il avait découvert les ossements en question. De nouvelles fouilles pratiquées dans le voisinage des premières ne tardèrent pas à faire découvrir divers fragments osseux : un crâne brisé, des dents, des côtes, des vertèbres, une tête de fémur, un humérus, etc.

« Ces débris, disent les auteurs de la Note, étaient enfouis à une profondeur d'environ $0^m,80$ dans un terrain composé comme il suit, en procédant de haut en bas :

» 1°. Une couche de terre végétale de 1 à 2 décimètres d'épaisseur;

» 2°. Une couche marno-sableuse de 8 décimètres de puissance, provenant de la décomposition de la roche sous-jacente ;

» 3°. Un calcaire argilo-sableux, de 1 mètre de puissance ;

» 4°. Un poudingue calcaire d'épaisseur inconnue.

» C'est dans la deuxième couche que les ossements ont été découverts ; quelques fragments de paille non encore décomposée les accompagnaient. L'altération de tous ces os était beaucoup moins avancée que celle qu'on observe sur les ossements retirés des tombeaux de l'époque romaine. »

La Note se termine par les conclusions suivantes :

« 1°. Les ossements trouvés par M. *E. Robert*, près d'Alais, au lieu dit le Colombier, appartiennent à l'espèce humaine.

» 2°. Ces ossements ne sont pas *fossiles*, c'est-à-dire contemporains des espèces qui ont disparu de la surface du globe aux époques géologiques. »

M. Lesauvage prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle ont été renvoyées différentes pièces relatives à une question de priorité débattue entre lui et M. Coste, concernant le mode de développement, l'organisation et la disposition de la membrane caduque.

M. Gaultier de Claubry, en réponse à une réclamation de priorité adressée récemment par M. Cornay, remarque que, loin de s'être cru le premier qui ait signalé l'identité de la fièvre typhoïde et du typhus, il a dit positivement le contraire dans l'ouvrage qui a donné lieu à la réclamation en question. Ainsi on y lit, page 488, « que Cullen, il y a plus de soixante ans, a consi-

déré le typhus proprement dit et le *synochus* (fièvre typhoïde de nos jours) comme n'étant qu'une seule et même maladie. » Ce que M. Gaultier réclame donc comme sien, ce n'est pas d'avoir *indiqué* cette identité, mais de l'avoir *démontrée*.

M. **Braguier** écrit relativement à une communication récente de M. *Souleyet*.

(Renvoi à la Commission chargée de faire le Rapport sur les communications de M. Souleyet.)

M. **Bally** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures. F.

ERRATA.

(Séance du 16 septembre 1844.)

Page 531, ligne 5, *au lieu de* présidence de M. Serres, *lisez* présidence de M. Poncelet.

Page 548, ligne 7, *au lieu de* qui est distant de..., *lisez* qui en est distant de....

Page 550, ligne 5, *au lieu de* $\frac{1}{r}$, $\frac{1}{v}$, *lisez* $\frac{1}{\rho}$, $\frac{1}{v}$.

Page 552, ligne 6, *au lieu de* $\frac{\rho^2 r X}{ds^3}$, *lisez* $\frac{\rho^2 r X'_s}{ds^3}$.

Page 552, ligne 10, *au lieu de* $v^2 d\frac{\rho}{r}$, *lisez* $v^2 d\frac{\rho}{v}$.

Page 553, ligne 14, *au lieu de* soient R le rayon, *lisez* soient $\mathcal{R}$ le rayon.

Page 555, ligne 7, *effacez* donnent (au commencement de la ligne).



BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences ; 2e semestre 1844; n° 12; in-4°.

Traité élémentaire d'Astronomie physique ; par M. BIOT ; 3e édition, tome II, in-8°, avec atlas in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine ; tome IX, n° 23; in-8°.

Sur les dents des Musaraignes, considérées dans leur composition et leur structure intime, leurs rapports avec les mâchoires, leur développement et leur succession ; Mémoire lu à l'Académie des Sciences en 1842, *par* M. DUVERNOY ; in-4°.

Observations météorologiques faites à Nijné-Taguilsk (monts Ourals), *gouvernement de Perm, année* 1842. Paris; in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle ; tome V, 53e livr.; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier ; septembre; in-8°.

Journal de Chirurgie ; par M. MALGAIGNE ; septembre 1844; in-8°.

22e *Autographie. — Chemins de fer à tuyaux et à locomotives sur les bas-côtés de toutes les routes ordinaires ; par* MM. WILBIEN *et* LEGRIS ; IIIe partie ; ½ feuille in-8°.

Ueber... *De l'influence de la Physique et de la Chimie sur l'art de la Médecine ; publié en* 1803. *Dissertation inaugurale ; par* M. G.-F. PARROT ; broch. in-4°.

Investigazioni... *Recherches préliminaires pour la science de l'Architecture civile ; par* M. NICOLAS D'APUZZO, architecte ; *ouvrage présenté par* M. le duc DE LUYNES ; 1 vol. in-8°. Naples, 1844.

Gazette médicale de Paris ; n° 38 ; in-4°.

Gazette des Hôpitaux ; nos 109 à 111 ; in-fol.

L'Expérience ; n° 377 ; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 SEPTEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. DUMAS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la formation des os; par* M. **Flourens**.

« Les pièces que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie me semblent démontrer aux yeux les trois propositions sur lesquelles repose ma théorie de la formation des os (1).

» De ces trois propositions, la première est que l'os se forme dans le périoste; la seconde, qu'il croît en grosseur par la superposition de couches externes; et la troisième, que le canal médullaire s'agrandit par la résorption des couches internes de l'os.

» *Première proposition.* — L'os se forme dans le périoste.

» Les expériences sur lesquelles je m'appuie aujourd'hui pour démontrer cette proposition ont été faites sur des chiens.

» On a retranché, sur plusieurs chiens, une portion de côte, en n'enlevant que l'os proprement dit et en laissant le périoste.

---

(1) *Voyez* mes *Recherches sur le développement des os et des dents*, 1842.

» Au bout de quelques jours, il s'est formé dans le périoste, laissé entre les deux bouts de côte, un petit noyau osseux. Peu à peu ce noyau osseux s'est développé, et il a fini par rejoindre l'un à l'autre les deux bouts de côte.

» La pièce n° 1 provient d'une expérience qui a duré sept jours. On voit, dans le milieu du périoste (1), laissé entre les deux bouts de côte, un petit noyau osseux, parfaitement déterminé, circonscrit, et, ce qui est ici le point essentiel, exactement placé dans le milieu du périoste.

» La pièce n° 2 vient d'une expérience qui a duré dix jours.

» Il y a aussi au milieu du périoste, laissé entre les deux bouts de la côte, un noyau osseux (2), mais beaucoup plus développé que dans la pièce précédente. Cependant ce noyau osseux, quoique beaucoup plus développé, est encore parfaitement limité, circonscrit, placé au milieu du périoste, et complétement séparé des deux bouts de la côte.

» La pièce n° 3 vient d'une expérience qui a duré vingt et un jours. Ici le noyau osseux, placé dans le périoste, touche presque aux deux bouts de la côte; et néanmoins il est parfaitement séparé encore de l'un et de l'autre par une lame de périoste modifié ou de fibro-cartilage (3).

» Enfin, dans la pièce n° 4, pièce pour laquelle l'expérience a duré quatre mois, le noyau osseux a complétement atteint les deux bouts de la côte, et les a rejoints l'un à l'autre: toute la portion d'os enlevée a donc été reproduite, et la *continuité*, la *restitution* de la côte est parfaite.

» Je pourrais multiplier beaucoup le nombre des pièces que je présente, car ma collection en est pleine. Celles-ci suffisent pour donner une idée des autres.

» On voit donc que l'os nouveau se forme dans le périoste; qu'au moment où il s'y forme, il y est complétement isolé, séparé de l'os ancien; et que ce n'est que par son développement successif qu'il atteint enfin les deux bouts de l'os ancien, et les réunit, les rejoint l'un à l'autre.

» *Deuxième proposition.* — L'os croît en grosseur par la superposition de couches externes.

» Les expériences qui suivent ont été faites sur des lapins et sur des chiens.

---

(1) Énormément gonflé ou épaissi, comme il arrive toujours en pareil cas. *Voyez* mes *Recherches* déjà citées.

(2) Il y en a quelquefois plusieurs qui se réunissent plus tard en un.

(3) *Voyez* mes *Recherches* ci-devant citées.

» On a commencé par mettre à nu, sur chacun de ces animaux, l'un des deux tibias; le périoste a été ensuite incisé; et l'on a fait passer enfin un anneau de fil de platine entre le périoste et l'os.

» L'os a continué de croître; et, à mesure qu'il a crû, il a recouvert de ses nouvelles couches l'anneau de platine.

» Dans la pièce n° 5, on voit l'anneau de platine sous le périoste même, c'est-à-dire entre le périoste et l'os; et dans les pièces 6 et 7, on le voit déjà recouvert par quelques lames osseuses.

» Les trois pièces dont je viens de parler sont des tibias de lapin.

» La pièce n° 8 est le tibia d'un jeune chien. Ici tout l'anneau est recouvert par des couches osseuses, et même, en prenant l'anneau pour point de départ, les couches qui recouvrent l'anneau sont déjà beaucoup plus épaisses que celles que l'anneau recouvre.

» Les quatre pièces qui suivent sont encore des tibias de très-jeunes chiens.

» Dans la pièce n° 9, l'anneau ne recouvre plus que quelques lames osseuses. Presque tout l'os actuel est par-dessus l'anneau.

» Dans les pièces 10 et 11, l'anneau, du côté externe de l'os, est déjà tout à fait dans le canal médullaire.

» Enfin, dans la pièce n° 12, l'anneau tout entier est dans le canal médullaire.

» L'os croît donc en grosseur par couches externes et superposées, puisque l'anneau, qui primitivement entoure ou recouvre l'os, est successivement et continuellement recouvert ensuite par de nouvelles couches osseuses.

» *Troisième proposition.* — Le canal médullaire s'agrandit par la résorption des couches internes de l'os.

» Je reprends les pièces de la série qui précède.

» Dans la pièce n° 5, l'anneau est encore sur l'os; dans les pièces 6 et 7, il est déjà recouvert, et de plus en plus, par l'os; dans la pièce n° 9, il est beaucoup plus près du canal médullaire que de l'extérieur de l'os; dans les pièces 10 et 11, il est déjà dans le canal médullaire par un de ses côtés; et dans la pièce n° 12, il est tout entier dans le canal médullaire.

» Ici, dans cette pièce n° 12, le canal médullaire a toute la grandeur, tout le diamètre qu'avait primitivement l'os lui-même: l'anneau, qui d'abord entourait l'os, est maintenant entouré par l'os; l'os, qui d'abord était contenu dans l'anneau, contient maintenant l'anneau; le canal médullaire s'est donc agrandi, et beaucoup agrandi. Comment cela s'est-il fait?

» Cela ne peut s'être fait que de deux manières. Ou bien l'os s'est étendu, s'est rompu et s'est rejoint ensuite par-dessus l'anneau, et c'est ainsi que Duhamel expliquait les choses; ou bien, à mesure que l'os croissait, d'un côté, par l'addition de couches externes, le canal médullaire s'agrandissait, de l'autre, par la soustraction des couches internes, et c'est là ce que pensait Hunter.

» Hunter avait raison.

» Les pièces que je mets sous les yeux de l'Académie montrent, avec la dernière évidence, que l'os ne s'est point étendu, qu'il ne s'est point rompu, qu'il ne s'est point rejoint par-dessus l'anneau.

» Les couches internes de l'os ont été successivement résorbées, et cette résorption successive est le ressort qui a produit, et qui a produit seul, l'agrandissement du canal médullaire.

» L'agrandissement du canal médullaire tient donc à la résorption des couches internes de l'os.

Expériences sur la résorption de portions d'os étrangères.

» La résorption des portions d'os mortes est un fait sur lequel j'ai déjà publié un grand nombre d'expériences (1); mais, dans ces expériences, il ne s'agissait que de portions d'os mortes appartenant à l'animal même sur lequel l'expérience était faite.

» Voici des expériences d'un autre genre.

» On a commencé par faire un trou à l'un des deux tibias d'un chien, puis on a introduit dans le canal médullaire de ce tibia une petite côte de lapin, et puis on a laissé vivre l'animal.

» La membrane médullaire s'est beaucoup gonflée, l'os a beaucoup grossi; enfin l'on a sacrifié l'animal, et l'on a extrait de son tibia la petite côte qu'on y avait introduite.

» Les pièces n°s 13, 14, 15 et 16 sont quelques-unes de ces petites côtes de lapin qui avaient été introduites dans le canal médullaire du tibia de différents chiens.

» La petite côte n° 13 montre déjà des traces très-manifestes d'érosion, d'usure, de résorption; ces traces sont plus manifestes encore dans la côte n° 14, et plus encore dans les côtes n°s 15 et 16.

» J'ajoute que, pour qu'on puisse bien juger de l'érosion de ces petites côtes de lapin, j'ai fait placer près de chacune la côte correspondante, ou de l'autre côté de l'animal, conservée intacte.

---

(1) *Voyez* mes *Recherches* ci-devant citées.

» Les pièces nos 17 et 18 ... deux tibias de chien dans lesquels on a laissé les petites côtes qui y avaient été introduites.

» Dans la pièce n° 17, on voit les filaments de la membrane médullaire qui se portent sur la petite côte et s'y enfoncent pour la résorber.

» Dans la pièce n° 18, la petite côte introduite est presque entièrement résorbée.

» Je répète que je pourrais multiplier beaucoup le nombre de mes faits, et par conséquent celui de mes preuves; mais je ne veux pas abuser des moments de l'Académie.

» Je conclus que l'os se forme dans le périoste, qu'il grossit par couches externes et superposées, et que la résorption des couches internes de l'os est le vrai mécanisme de l'agrandissement du canal médullaire.

» Je m'en tiens ici à ce court exposé de mes idées sur la formation des os; on trouvera toute ma théorie beaucoup plus amplement développée dans un nouvel ouvrage que je prépare et que je publierai bientôt (1). »

« M. **Dufrénoy** présente, au nom de M. **Mitscherlich**, des échantillons qui fournissent des preuves directes du métamorphisme des roches; ces échantillons appartiennent au terrain de transition des environs de Christiania en Suède; ils ont été recueillis à 3 milles de cette capitale, presqu'au contact de la montagne de granit appelée Paradiesbächen.

» Le terrain de transition se compose, dans cette localité, de petites couches de schiste quartzeux de 2 centimètres environ d'épaisseur, séparées par des couches de calcaire de même dimension; la puissance totale du terrain est de plus de 320 mètres. Il existe donc une alternance de plus de douze mille couches de schiste et de calcaire; de nombreuses encrines sont disséminées dans le calcaire qui est ordinairement compacte, tandis que le schiste est terreux. On remarque qu'en approchant du granit, la texture de la roche change, sans que sa stratification soit altérée; à une certaine distance, la roche est cristalline et contient encore des fossiles; au contact même du granit, le calcaire, entièrement lamellaire, n'offre plus les caractères paléontologiques qui lui sont propres.

» Les échantillons présentés à l'Académie appartiennent à cette partie moyenne. Le calcaire en est complétement cristallisé, le schiste siliceux est devenu quartzeux, mais des fossiles qui y existent encore, dévoilent la for-

(1) *Voyez*, pour les premiers développements de cette théorie, mes *Recherches* déjà plus d'une fois citées *sur le développement des os et des dents*.

mation sédimentaire de la roche. Ce terrain a donc été soumis à une double action : déposé en couches minces, par la voie neptunienne, il est devenu cristallin, par la température élevée qu'il a supportée postérieurement à sa formation ; outre le changement de texture de la chaux carbonatée et du quartz, il s'est développé à la surface de contact des couches siliceuses et calcaires, plusieurs espèces de cristaux ; les échantillons présentés à l'Académie contiennent des *grenats verts* et de l'*amphibole grise* bien cristallisés. Il est à remarquer que le *grenat vert* est à *base de chaux*, et qu'il en est de même de l'*amphibole grise;* en même temps donc que les couches de schiste siliceux et de calcaire cristallisaient par la chaleur, il se formait au contact des cristaux résultant de la combinaison de la silice et de la chaux.

» A l'appui de cette communication, M. Dufrénoy soumet également à l'Académie des échantillons de schiste argileux des forges des Salles près Pontivy, qui contiennent des macles et des fossiles, exemple semblable à celui de la montagne de Paradiesbächen; les macles de cette dernière localité présentent une circonstance remarquable, qui s'ajoute à l'existence des fossiles pour prouver le métamorphisme du terrain des environs de Pontivy; c'est que la partie noire qui en occupe le centre est schisteuse. La dimension des macles, qui ont près de 4 millimètres de diamètre, rend cette circonstance facilement appréciable; il en résulte donc nécessairement que les macles sont faites aux dépens du schiste, et qu'une portion de cette roche non transformée est restée au centre de ces cristaux.

» A la suite de cette communication, et comme preuve de la formation des cristaux par la chaleur, M. Dufrénoy montre des échantillons de cristaux artificiels recueillis ou obtenus par M. Mitscherlich; ce sont de la *blende* en grande masse lamelleuse, du *fer oxydulé* en cristaux octaèdres de 3 ou 4 millimètres de côté, de beaux cristaux de *feldspath*, dont quelques-uns sont hémitrophes comme ceux de Baveno, des cristaux de *péridot* de plus de 2 centimètres de côté, enfin des cristaux de *diopside*. Ce dernier échantillon, d'une pureté remarquable, a été obtenu en commun par M. Berthier et M. Mitscherlich dans le laboratoire de ce dernier savant à Berlin. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les conséquences qui paraissent devoir résulter de la comparaison des températures observées en divers lieux de la Terre; par* M. **Petit**.

« En discutant les observations météorologiques faites à Toulouse en 1839, 1840, 1841, 1842 et 1843, j'ai pensé qu'il pourrait être intéressant de

comparer les températures moyennes, que j'avais calculées de *cinq* en *cinq* jours, à ces mêmes températures obtenues par les observations de Paris. Je désirais savoir si les mêmes irrégularités se manifesteraient également sur les deux courbes représentant ces températures moyennes, et il m'a paru assez remarquable qu'à une légère exception près, correspondant au 11 décembre, le parallélisme se soit maintenu, malgré les nombreuses sinuosités formées par les deux courbes. Aux maxima et aux minima de la courbe de Toulouse correspondent toujours, abstraction faite du 11 décembre, des maxima et des minima dans la courbe de Paris. Quand l'une de ces courbes s'abaisse, l'autre s'abaisse également; quand la première se relève, la seconde se relève aussi. Jamais ces deux courbes ne se rencontrent; celle de Paris reste constamment au-dessous de l'autre.

» Les ondulations parallèles de ces courbes me paraissent devoir être attribuées à une cause générale dominant les causes accidentelles qui peuvent modifier la marche régulière des températures dans deux points aussi éloignés que Toulouse et Paris. Il est remarquable que l'influence des astéroïdes du 10 août et du 11 novembre se manifeste dans une série de si peu d'années, non-seulement, comme l'a déjà reconnu le premier M. Erman, par un abaissement de température très-sensible vers le commencement de février et vers le commencement de mai, mais aussi par deux maxima bien marqués dans les premiers jours d'août et de novembre. Ces minima d'un côté, et ces maxima de l'autre, occasionnés par les mêmes courants d'astéroïdes, s'expliqueraient très-bien par la position des nœuds en dedans de l'orbite de la Terre aux époques de février et de mai, époques où les astéroïdes ne se montrent pas en effet, et sur cette orbite aux époques d'août et de novembre; car lorsque les astéroïdes envelopperaient la Terre, ils diminueraient le rayonnement de cette planète vers les espaces célestes, et lui renverraient une partie de la chaleur qu'ils reçoivent eux-mêmes du soleil.

» On peut aussi remarquer que le milieu d'avril et le milieu d'octobre ont été signalés, par quelques observateurs, comme appartenant à des époques d'apparitions d'étoiles filantes; et précisément ces deux époques, qui correspondraient aux deux nœuds d'une même zone d'astéroïdes, se trouvent aussi très-remarquables par la forme des courbes de température qui, après avoir eu l'une et l'autre un minimum très-sensible du 10 au 15 avril, s'élèvent très-rapidement, soit à Toulouse, soit à Paris, du 15 avril au 5 mai, et qui présentent aussi un maximum, ou un ralentissement très-notable du 7 au 12 octobre. La position des nœuds très-près de l'orbite de la Terre, mais un peu en dedans ou un peu en dehors, suivant les cas, suffirait à l'explication de

ces anomalies, et ferait comprendre aussi pourquoi les apparitions d'étoiles filantes qui devraient leur correspondre n'ont pas toujours lieu.

» Des remarques analogues aux précédentes pourraient s'appliquer aux époques du 5 au 10 juin et du 5 au 10 décembre, à celle du 2 janvier, etc., qui ont été signalées aussi comme appartenant à des époques d'apparitions périodiques d'étoiles filantes ; mais malgré le parallélisme des courbes de Toulouse et de Paris, et la probabilité que ce parallélisme indique l'élimination d'une grande partie des causes accidentelles, il est nécessaire de réunir des observations plus nombreuses, avant de pouvoir en tirer des conclusions suffisamment justifiées. Cependant on peut remarquer dès ce moment, à l'appui de l'opinion que les causes accidentelles sont presque entièrement éliminées, que la courbe des températures données pour Paris dans l'*Annuaire* de 1821, et qui est basée sur quinze années d'observations, dont la moyenne correspond à l'année 1813, conserve, à très-peu près, les mêmes sinuosités que les courbes données par les observations des cinq dernières années, et que ces sinuosités se trouvent seulement un peu moins rapides. C'est ce dont il est facile de s'assurer par la construction de cette courbe; seulement, les divers maxima et minima qu'elle présente sont avancés de dix à quinze jours environ par rapport à la courbe de 1841, et cette circonstance mérite encore d'être signalée, car elle s'accorderait assez bien avec l'opinion émise par M. Chasles, que les nœuds des astéroïdes pourraient bien avoir sur l'écliptique un mouvement progressif d'un mois environ par siècle ou par cent vingt-cinq ans.

» Quoique ces particularités ne doivent être acceptées par les météorologistes qu'avec une extrême réserve, cependant il m'a paru convenable de les signaler à leur attention; car des discussions faites sous ce point de vue, soit par le calcul d'un grand nombre d'observations en masse, soit par le calcul de ces observations groupées en diverses périodes, pourront jeter quelque lumière sur l'existence de zones frigorifiques et calorifiques de l'espace, à travers lesquelles passerait la Terre aux diverses époques de l'année, et qui seraient dues sans doute elles-mêmes à des courants d'astéroïdes, comme celles déjà constatées du mois de février et du mois de mai. M. Arago faisait remarquer, dans une circonstance, combien il serait piquant de prouver que la Terre est une planète, par les étoiles filantes dont l'inconstance est proverbiale. Ne pourrait-on pas ajouter à cette remarque qu'il serait sans doute aussi très-piquant de démontrer le mouvement de notre globe, l'existence de diverses zones de petits astres invisibles tou-

jours pour nous, et la marche des nœuds de ces astres par les anomalies de température observées à la surface de la Terre?

» Voici les températures moyennes calculées pour Toulouse et pour Paris, de *cinq* en *cinq* jours. Il sera facile, avec ces températures, de construire les courbes qui les représentent.

MOIS.		Paris	Moy. des mois.	Toulouse	Moy. des mois.
Janvier.	du 1er au 5	2,46	2,39	4,07	4,49
	du 6 au 10	0,89		2,07	
	du 11 au 15	1,46		4,63	
	du 16 au 20	3,36		5,29	
	du 21 au 25	3,14		4,90	
	du 26 au 30	4,45		5,62	
Février	du 1er au 4	1,56	3,36	3,77	6,80
	du 4 au 9	3,47		7,44	
	14	5,59		7,98	
	19	4,16		7,31	
	24	4,32		6,98	
Mars...	du 24 fév. au 1er	3,98	6,97	7,14	9,12
	du 1er au 6	4,38		7,58	
	11	5,22		8,81	
	16	8,57		10,45	
	21	7,74		9,32	
	26	7,74		8,53	
	31	7,92		9,83	
Avril...	du 1er au 5	8,37	10,31	10,07	11,50
	10	6,95		9,00	
	15	7,10		9,08	
	20	11,19		12,10	
	25	12,75		13,81	
	30	15,45		15,51	
Mai....	du 1er au 5	16,61	14,91	17,11	16,52
	10	14,50		15,29	
	15	13,25		15,21	
	20	13,59		15,79	
	25	14,35		16,33	
	30	16,73		18,56	
Juin...	du 31 mai au 4	17,33	17,84	19,61	20,39
	9	16,45		19,29	
	14	18,42		20,21	
	19	19,76		21,01	
	24	17,02		22,07	
	29	16,48		19,88	
Juillet.	du 30 juin au 4	17,68	18,03	21,41	20,82
	9	18,41		20,67	
	14	17,70		19,66	
	19	19,59		21,90	
	24	17,25		21,31	
	29	17,54		20,27	
Août...	du 30 juill. au 3	18,23	19,37	21,67	21,91
	8	20,20		22,71	
	13	19,11		22,28	
	18	19,90		22,33	
	23	18,99		21,85	
	28	18,98		20,98	
Septem.	du 29 août au 2	20,40	16,98	21,60	18,59
	7	17,61		20,06	
	12	18,96		20,71	
	17	17,11		18,53	
	22	15,57		17,20	
	27	14,03		17,18	
Octobr.	du 28 sept. au 2	13,24	10,27	16,20	13,50
	7	13,02		15,24	
	12	12,88		16,55	
	17	10,39		13,14	
	22	8,03		12,13	
	27	7,84		10,96	
Novem.	du 28 oct. au 1er	7,68	7,17	10,33	9,07
	6	8,61		11,22	
	11	6,35		8,71	
	16	7,15		9,14	
	21	6,74		9,01	
	26	6,29		7,50	
Décemb.	du 27 nov. au 1er	7,13	3,47	7,82	5,67
	6	4,63		5,90	
	11	3,21		7,13	
	16	2,98		6,32	
	21	2,71		3,90	
	26	3,93		5,29	
	du 27 au 31	2,64		5,06	
Moyennes de l'année....		10,92		13,18	

» Indépendamment des résultats généraux déjà énoncés, on peut déduire quelques autres conséquences de ce tableau et de la comparaison des nombres qui s'y trouvent avec des nombres connus. Ainsi, la température moyenne de l'année à l'observatoire de Toulouse (163 mètres au-dessus de la mer) est 13°,18, plus haute de 2°,26 que la température moyenne de Paris, et beaucoup plus basse que celles de Montpellier, d'Avignon, de Marseille, de Toulon, de Nice, de Lucques, de Florence, etc., qui sont à peu près sous la même latitude; que celle de Bordeaux, dont la latitude est cependant plus élevée, etc. Cette température moyenne 13°,18 dépasse de 1 degré à peu près la température moyenne 12°,39 de neuf heures du matin. Le mois le plus chaud de l'année est le mois d'août, comme à Paris; le mois le plus froid est le mois de janvier. La plus grande chaleur a lieu du 3 au 23 août, et elle est représentée par la température moyenne 22°,33. Le plus grand froid arrive du 5 au 15 janvier, et il est exprimé par 2°,07.

» Je placerai ici, en terminant, un second tableau qui donne les températures extrêmes de chaque mois à Toulouse :

	JANVIER.		FÉVRIER.		MARS.		AVRIL.		MAI.		JUIN.	
	Minim.	Max.	Minim.	Max.	Minim.	Max.	Min.	Max.	Minim.	Max.	Minim.	Max.
1839.	− 4,3	14,3	−5,0	14,0	−1,0	18,0	0,1	24,4	5,0	31,0	10,6	38,5
1840.	− 6,0	15,0	−5,0	13,0	−4,3	17,7	3,0	27,5	5,7	31,0	10,0	36,0
1841.	− 6,5	15,0	−5,8	15,5	1,0	25,0	3,4	27,2	9,3	30,2	8,7	31,6
1842.	−11,0	10,0	−3,0	18,2	−0,2	20,0	1,0	24,9	5,9	27,7	13,6	31,7
1843.	− 4,3	13,7	−2,6	14,8	−4,0	20,3	2,0	27,8	7,2	25,5	8,9	28,3
Moy.	− 6,42											33,22

	JUILLET.		AOUT.		SEPTEMBRE.		OCTOBRE.		NOVEMBRE.		DÉCEMBRE.	
	Minim.	Max.	Minim.	Max.	Minim.	Max.	Min.	Max.	Minim.	Max.	Minim.	Max.
1839.	11,4	36,4	10,0	37,0	10,3	29,0	2,3	22,9	1,3	20,3	−2,0	17,4
1840.	9,9	33,5	13,4	35,8	8,6	28,5	3,0	24,2	−3,0	20,6	−8,0	11,4
1841.	11,0	36,0	11,7	32,3	10,0	32,5	6,5	24,5	0,5	16,9	−3,4	14,2
1842.	12,6	33,7	12,9	34,0	8,2	31,0	2,2	20,6	−5,6	17,8	0,2	13,0
1843.	11,4	35,5	13,1	32,0	7,0	29,8	5,0	25,4	−1,6	17,4	−3,0	11,9
Moy.		35,02		34,42								

D'où il résulte qu'en moyenne, les températures extrêmes du mois de janvier

et du mois de juillet sont, à Toulouse, $-6°,42$ et $+35°,02$; ce qui donne, pour la différence entre la plus basse et la plus haute température de l'année, $+41°,44$. »

ASTRONOMIE. — *Note sur la position astronomique du nouvel observatoire de Toulouse; par* M. F. Petit.

« En attendant que les instruments méridiens soient placés au nouvel observatoire de Toulouse, j'ai déterminé la position de cet établissement au moyen d'une opération géodésique qui l'a rattaché à l'ancien bâtiment. Cette opération, dans laquelle une erreur de quelques mètres était complétement indifférente, a été faite et vérifiée au moyen de diverses bases que j'ai prises dans le canevas trigonométrique de la ville de Toulouse, donné par M. Bellot, géomètre en chef du cadastre, et qu'il ne m'a pas paru nécessaire de mesurer de nouveau, à cause de l'habileté bien connue de cet ingénieur. La très-petite différence que j'ai trouvée entre les résultats, et qui correspond pour la plus grande erreur à 1 mètre environ, peut être due en partie à ce que l'église de la Dalbade, dont le méridien a servi de point de départ à M. Bellot, n'a pas de flèche à son clocher, qui est entré cependant dans un de mes triangles.

» Voici les résultats de mon opération. (Le nouvel observatoire est au nord et à l'est de l'ancien.)

	Distances horizontales entre la coupole de l'ancien observatoire et la fente méridienne placée à l'est et sur la face sud du nouveau.	Différences de latitude.	Différences de longitude.
	2436m,456	1′5″,61	1′0″,61 = 4s,04 en temps.
	2436m,643	1′5″,64	1′0″,56 = 4s,037
Moyennes. .	2436m,549	1′5″,63	1′0″,53 = 4s,04

Latitude de l'ancien observatoire.	Longitude de l'ancien observatoire, par rapport au méridien de Paris.
43°35′40″	0°53′47″ ouest.
1′ 5″,63	1′ 0″,53 est.

	Latitude de la face sud du nouvel observatoire.		Longitude de la fente méridienne placée à l'est et sur la face sud du bâtiment.
	43°36′45″,63 nord,		0°52′46″,47 ouest,
ou, en nombres ronds.	43°36′46″ nord.	ou, en nombres ronds.	0°52′46″ ouest.

» On peut provisoirement adopter ces résultats, dont l'exactitude dépend de la précision avec laquelle avaient été déterminées la latitude et la longitude données dans la *Connaissance des Temps* pour l'ancien observatoire.

» La hauteur au-dessus de la mer a été obtenue à l'aide d'un nivellement géodésique et d'un nivellement barométrique, au moyen desquels j'ai relié les deux observatoires.

» Les distances zénithales ont été prises de l'une des deux stations seulement (ancien observatoire), et la différence x de niveau a été calculée par la formule connue

$$x = \mathrm{RC} \sin 1''.\frac{\cos(z - 0{,}42\,\mathrm{C})}{\sin(z - 0{,}92\,\mathrm{C})},$$

dans laquelle z exprime la distance zénithale observée, R le rayon de courbure du point moyen entre les deux stations, et C l'angle compris entre les normales aboutissant à ces deux stations. Les résultats ont été vérifiés par cette autre formule,

$$x = \mathrm{RC} \sin 1''.\left(\frac{\mathrm{C} \sin 1''}{2} + \cot z\right).$$

Trois doubles distances zénithales étaient observées à chaque opération.

» Toutes réductions faites, j'ai trouvé pour la différence de niveau entre la cuvette du baromètre à l'ancien observatoire et le seuil du nouveau, les nombres suivants :

	$32^{m},0884$
	$32^{m},0884$
	$32^{m},6262$
Moyenne. . .	$32^{m},26435$

» Par huit observations barométriques faites avec deux baromètres de Fortin qui avaient été soigneusement comparés, j'ai obtenu pour la même différence.. $33^{m},385$

» Différence par le nivellement géodésique............. $32^{m},264$

Moyenne...................... $32^{m},8245$

» D'après une Note qui m'avait été remise par M. Daubuisson, la hauteur du seuil de l'ancien observatoire au-dessus de la mer serait de.. $146^{m},630$

» La hauteur de la cuvette du baromètre au-dessus du seuil est de.. $16^{m},045$

» Hauteur du seuil du nouvel observatoire au dessus du baromètre de l'ancien 32m,824

» D'où : hauteur du seuil du nouvel observatoire au-dessus de la mer 195m,499

» Un second nivellement que M. Bousquet, conducteur des ponts et chaussées, a bien voulu exécuter à ma demande depuis la retenue de l'écluse Bayard jusqu'au seuil du nouvel observatoire, donnait pour la différence de niveau entre ces deux points 48m,95

» La hauteur de la retenue de l'écluse au-dessus de la Méditerranée est d'ailleurs de 143m,39

» D'où : hauteur du seuil de l'observatoire au-dessus de la Méditerranée 192m,34

» Les derniers nivellements ont donné, d'après M. Borrel, ingénieur des ponts et chaussées, entre l'Océan et la Méditerranée, une différence de 0m,637

» Et par conséquent : hauteur du seuil de l'observatoire au-dessus de l'Océan 192m,977

» Hauteur conclue du premier procédé 195m,499

Moyenne 194m,238

« M. Petit présente une *méthode analytique pour la détermination de la parallaxe et de la trajectoire des bolides*. Après quelques détails historiques sur les recherches des géomètres et des astronomes qui l'ont précédé dans cette voie, il donne d'abord, dans cette méthode, des formules qui permettent de calculer la vitesse d'un bolide et la distance des divers points de sa trajectoire, soit à l'observateur, soit à un point quelconque de la surface de la Terre. Il corrige ensuite les observations de l'effet produit par le double mouvement de translation et de rotation. Après ces premières recherches auxquelles s'étaient arrêtés Olbers et de M. Boguslawski, qui s'en étaient occupés les derniers, M. Petit fait remarquer, en rapprochant les apparitions du 17 juin 1777 et celles du 6 juin 1839, du 9 et du 12 juin 1841, du 3 juin 1842, etc., des apparitions du 12 décembre 1833 et du 16 décembre 1838, que très-probablement l'écliptique est coupée vers les points correspondants à ces deux époques par une zone renfermant des astéroïdes moins nombreux, mais aussi plus volumineux, ou du moins passant plus près

de nous que ceux des zones correspondant aux mois d'août et de novembre. Il en conclut qu'il importerait, pour pouvoir assigner à ces bolides leur véritable caractère astronomique, pour savoir, par exemple, s'ils étaient ou s'ils ont pu devenir des satellites de la Terre, si les plans de leurs orbites primitives étaient parallèles, si ces orbites primitives étaient des courbes semblables, ayant les mêmes excentricités, les mêmes périhélies, etc., de déterminer non-seulement la parallaxe, la vitesse relative ou absolue, etc., mais encore les éléments des orbites décrites autour du Soleil avant que les astéroïdes eussent subi l'influence perturbatrice de la Terre, et les modifications éprouvées par ces éléments à l'époque où les mêmes astéroïdes sortent de la sphère d'activité de notre planète pour rentrer dans celle du Soleil. Les formules que donne M. Petit dans son Mémoire permettent d'atteindre ce but. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Mémoire sur l'alcool amylique; par* M. BALARD. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Thenard, Chevreul, Dumas.)

« La culture de la vigne a pris dans le midi de la France un si grand développement, l'extraction de l'alcool des vins s'opère sur de telles masses et donne lieu à des transactions commerciales d'une si grande importance, que les travaux qui tendent à améliorer les produits de cette industrie, tout à fait nationale, m'ont toujours paru dignes d'exciter à un haut degré l'intérêt de ceux qui s'occupent de sciences.

» Il y a quelques années que mon attention fut appelée sur les eaux-de-vie de marc, sur les causes de la saveur désagréable qu'elles présentent, et qui, les faisant désigner sous le nom *d'esprits mauvais goût*, apportent à leur prix une dépréciation notable.

» En examinant l'huile qui me fut remise et que l'on peut extraire de ces alcools par une rectification bien entendue, je constatai que c'était une matière hétérogène et qui, entre autres composés, contenait principalement de l'éther œnanthique, et le composé huileux décrit sous le nom d'*huile de pommes de terre* et placé alors dans la classe des camphres.

» Un examen plus approfondi de ce produit, et la découverte notamment de l'éther chlorhydrique et des sels viniques, me prouvèrent qu'il devait être au contraire rangé dans la classe des alcools, vérité, du reste, qui fut mise dans

tout son jour par les intéressants travaux que publia M. Cahours pendant que j'essayais d'étendre et de compléter les miens.

» Occupé d'autres recherches, je laissai là mes premiers résultats, que je reprends aujourd'hui pour tracer une histoire à peu près complète d'un composé que ses propriétés, mes analyses, la densité de sa vapeur, prouvent être bien identique avec l'huile de pommes de terre, malgré une origine qui semble d'abord bien différente.

» Mais il ne faut pas le méconnaître cependant, avec une diversité apparente, cette origine se présente néanmoins comme identique en réalité. Tant qu'on a vu cet alcool ne se produire que dans la fermentation de l'amidon de pommes de terre, et qu'on a ignoré son identité avec un des principes de l'huile de marc, on a pu admettre que ce produit préexistait dans la couche extérieure des globules de l'amidon, dans l'enveloppe du raisin, et ne voir, dans la fermentation alcoolique et dans la distillation, qu'un moyen de le séparer des milieux qui le contenaient tout formé. Mais sa présence à la fois dans les produits de la fermentation du moût de vin, du moût de bière, des melasses de betteraves, du sucre de fécule, ne permet pas de douter aujourd'hui, que ce ne soit là un produit artificiel, formé probablement aux dépens du glucose lui-même, par suite d'une fermentation qui a cessé d'être franchement alcoolique, et que la présence des matières azotées en excès a déviée de sa marche normale.

» Si l'alcool provient de la décomposition du glucose lui-même, comme l'acide butyrique, la mannite, qui se produisent parfois aussi aux dépens de ce corps, on sent dès lors combien est peu rationnelle la dénomination d'alcool amylique sous laquelle il est connu; cependant, pour éviter ces réformes partielles de nomenclature qui me paraissent plus nuisibles qu'utiles à la science, je lui conserverai, dans ce travail, le nom par lequel il est déjà désigné.

» Parmi les produits divers auxquels l'alcool amylique peut donner naissance, il en est un que j'avais obtenu en premier lieu, et de la préparation duquel je me suis occupé d'une manière plus spéciale; c'est l'éther hydro-chloramylique. Les affinités si énergiques du chlore qu'il renferme me faisaient espérer que ce composé me permettrait d'en obtenir plusieurs autres : cette espérance n'a pas été trompée. Pour préparer cet éther, j'ai eu recours à la méthode directe; ce mot la caractérise suffisamment. Avec cet éther j'ai pu obtenir l'éther amylique, correspondant à l'éther ordinaire de l'alcool du vin.

» Le composé de l'alcool amylique, analogue à l'éther proprement dit,

avait, depuis longtemps, attiré mon attention. J'avais tenté de l'isoler, en faisant réagir, sur l'alcool amylique, les acides sulfurique et phosphorique, l'acide fluoborique, fluosilicique et le chlorure de zinc; mais je l'avais tenté vainement. La production simultanée de carbures d'hydrogène, d'une volatilité variable, n'avait pu que m'autoriser à soupçonner son existence. Pour la démontrer, je devais donc, renonçant à l'emploi de ces moyens empiriques en quelque sorte, et qui, dans ce cas, ne pouvaient me faire atteindre mon but, chercher un procédé rationnel qui manquait encore à la science.

» Quand un chimiste, en effet, veut extraire l'éther d'un alcool donné, c'est uniquement aux agents de déshydratation qu'il s'adresse, et notamment à l'acide sulfurique. Mais la réaction n'est pas simple, bien s'en faut; d'autres produits se forment, même en opérant avec l'alcool et l'esprit-de-bois, et si l'éther de ce dernier corps n'était pas gazeux, si l'hydrogène bicarboné était liquide, on peut supposer que les éthers méthylique et vinique parfaitement purs seraient peut-être encore à découvrir. On sait d'ailleurs avec quelle difficulté on parvient à obtenir de l'éther vinique bien purgé de ces composés compliqués connus sous le nom d'*huiles douces du vin*. Or, si ces méthodes ne réussissent déjà qu'imparfaitement quand on opère sur ces alcools d'une constitution simple, on peut en quelque sorte prédire avec certitude qu'elles échoueront dans le traitement d'un composé du même ordre, mais à poids atomique plus élevé.

» Ce but, au contraire, on pourra, je l'espère, l'atteindre toujours au moyen de l'action s'exerçant à chaud de la solution alcoolique de potasse sur l'éther chlorhydrique d'un alcool donné, espèce de composé que l'on peut presque toujours se procurer en faisant réagir le chlorure de phosphore sur l'alcool lui-même.

» Cette solution alcoolique réagissant à chaud et par conséquent dans des vases clos sur l'éther chlorhydrique de l'alcool du vin, produit de l'éther ordinaire; avec l'éther hydrochloramylique, elle m'a aussi donné l'éther amylique. Quoique je n'aie pas encore étendu mes recherches dans ce sens, tout porte à croire que ce mode d'action est général, et que l'histoire de l'alcool cétique, par exemple, pourrait s'enrichir, par ce moyen, de la connaissance du monohydrate de cétène qui, comme on le sait, est encore à découvrir.

» De l'éther chlorhydrique on passe, comme on le voit, à l'éther ordinaire sans difficulté. La réciproque est-elle vraie? Peut-on, au moyen de l'acide chlorhydrique, remplacer par du chlore l'oxygène de l'éther ordinaire? C'est ce que, dans son *Traité de Chimie organique,* M. Liebig affirme pour l'éther vinique, c'est ce qui me paraît aussi avoir lieu pour l'éther amylique qui, sa-

turé de gaz acide chlorhydrique qu'il dissout en grande abondance, et exposé dans un vase clos à l'action de l'eau bouillante, régénère un composé chloré.

» L'éther chlorhydrique et l'éther ordinaire passent donc de l'un à l'autre par les mêmes causes qui, dans la chimie organique, transformeraient un chlorure en oxyde, un oxyde en chlorure. Il est dès lors difficile de ne pas regarder ces deux composés comme des combinaisons correspondantes, des corps du même type, et cependant l'un donne 4 volumes, l'autre 2 volumes de vapeur. Je ferai le même rapprochement entre l'éther chlorhydrique et l'éther sulfhydrique, qui lui aussi ne donne que 2 volumes de vapeur, quoiqu'il se déduise de l'éther chlorhydrique par une double décomposition tout aussi simple que la précédente.

» Ces faits, il me semble, constituent un argument sérieux contre l'opinion des chimistes qui, n'admettant pas, dans les volumes des vapeurs des corps composés, des contractions variables, voudraient déduire, du rapport des poids de ces vapeurs, les rapports des poids des molécules elles-mêmes.

» Il est aisé de pressentir que si la solution alcoolique de potasse permet de substituer de l'oxygène au chlore dans l'éther chlorhydrique, l'action d'une solution alcoolique de sulfure de potassium permettra d'échanger du chlore pour du soufre. L'expérience confirme, en effet, cette supposition.

» J'ai pu ainsi obtenir un éther sulfhydramylique donnant, comme le composé analogue, de l'alcool du vin qu'a découvert M. Regnault, et qui rappelle à un si haut degré l'odeur et l'arrière-goût de l'oignon, qu'il y a lieu à rechercher, ainsi que je vais le faire, s'il n'y aurait pas identité entre cet éther et l'huile sulfurée que l'on extrait de ces bulbes.

» Cet éther hydrochloramylique, réagissant à chaud et dans des vases clos sur le sulfhydrate de sulfure de potassium, m'a fourni un composé analogue au mercaptan qui forme aussi des mercaptides, et donne 4 volumes de vapeur. L'action du même éther sur le cyanure de potassium donne aussi lieu à la production d'un éther cyanhydrique, analogue à celui dont on doit la découverte à M. Pelouze.

» Les éthers sulfhydramylique et le mercaptan ne sont pas les seuls composés sulfurés de l'alcool amylique que j'aie obtenus. En traitant une solution de potasse dans l'alcool amylique par du sulfure de carbure dissous aussi dans le même alcool, j'ai obtenu un sel analogue à ceux que Zeize a désignés sous le nom de *xanthates*, et constaté la similitude parfaite de propriétés et de nature qui existe entre ces deux groupes de composés.

» L'alcool amylique, que je viens de montrer si apte à produire des éthers

à hydracides, forme aussi des éthers à oxacides nombreux. La méthode directe réussit pleinement pour l'éther oxalique.

» Quand on chauffe l'alcool amylique avec de l'acide oxalique, celui-ci se dissout et on obtient une liqueur qui, saturée par le carbonate calcaire, fournit un sel soluble; c'est un oxalamylate de chaux qui m'a servi à préparer des composés analogues de potasse et d'argent.

» La liqueur, si on la distille, donne, à la température de 262 degrés, un composé liquide à odeur de punaise, qui est de l'éther oxalamylique donnant 2 volumes de vapeur.

» Cet éther, traité par l'ammoniaque liquide, donne de l'oxamide; avec l'ammoniaque anhydre il donne un composé, l'oxamylane, qui se transforme par l'eau bouillante et les solutions alcalines, en cet acide oxamique dont j'ai traité l'histoire il y a deux ans, et dont la découverte, comme je le disais alors, paraît renfermer implicitement celle de la véritable nature des composés que forme l'ammoniaque avec les acides anhydres.

» L'éther oxalique, dont l'acide est énergique et dont la température d'ébullition est élevée, peut servir à obtenir d'autres éthers amyliques par double décomposition.

» Parmi les sujets qui devaient attirer mon attention, se trouvait naturellement l'action des agents d'oxydation sur l'alcool amylique; je l'ai étudiée avec quelques détails.

» On connaît les belles recherches par lesquelles MM. Dumas et Stas sont parvenus à changer cet alcool en acide valérianique. Il y a longtemps que j'ai aussi réussi à produire la même transformation; mais c'est aux agents d'oxydation ordinaires, au mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, que j'ai eu recours. L'action de ce mélange sur l'alcool amylique donne lieu à de l'acide valérique et à de l'éther valéramylique d'apparence huileuse, que MM. Dumas et Stas avaient déjà observé et regardé comme de l'aldéhyde amylique, mais qui n'est que de l'éther valéramylique, dont la composition est d'aillenrs la même que celle de l'aldéhyde amylique elle-même. Du reste, cette aldéhyde proprement dite se produit probablement dans plus d'une circonstance; les faits que j'ai observés me permettent de le soupçonner, mais ne m'autorisent pas encore à l'affirmer pleinement. L'action du mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique me paraît être d'ailleurs le meilleur moyen pour obtenir en grandes proportions cet acide valérianique, dont l'étude présente aujourd'hui tant d'intérêt.

» C'est qu'en effet, outre les applications que l'on commence à en faire à la médecine, on verra, sans aucun doute, se multiplier les circonstances naturelles

de sa production. On sait que c'est lui qui communique à la valériane son odeur et ses propriétés médicales; c'est encore lui qui donne évidemment aux vinasses de vin qui se putréfient l'odeur tout à fait caractéristique qui accompagne leur altération. M. Chevreul l'a trouvé dans l'huile de marsouin, dans les baies de *Viburnum opulus*. J'ai lieu de croire que certaines sécrétions animales en renferment aussi, et j'espère le démontrer plus tard. J'ai pu enfin en extraire de certains fromages dans un état d'altération très-avancé. La râclure des croûtes de celui de Roquefort, connue et conservée dans le midi sous le nom de *rhubarbe*, m'a en effet fourni, par la distillation avec de l'acide sulfurique affaibli, un acide organique qui avait toutes les propriétés de l'acide valérianique, mais que je n'ai cependant pas analysé.

» Je ne dois pas, à cet égard, passer du reste sous silence un rapprochement curieux : il est certaines qualités d'eau-de-vie qui éprouvent sur les marchés une dépréciation causée par une odeur et un goût de fromage qu'y constatent les dégustateurs. Il est difficile de ne pas croire que l'acide valérique et l'éther valéramylique ne soient les causes réelles du mauvais goût que présentent ces produits.

» Au nombre des agents d'oxydation que l'on peut faire agir sur l'alcool amylique, il ne faut pas oublier l'acide azotique lui-même. Cet acide, qui n'agit pas à froid, donne lieu, par une légère élévation de température, à une réaction très-intense, de laquelle résultent de l'acide valérique, de l'éther valérique de l'aldéhyde amylique, de l'acide cyanhydrique, et enfin de l'éther azoteux, de l'alcool amylique, que l'on peut isoler à l'état de pureté, ou obtenir directement par l'action des vapeurs nitreuses sur l'alcool amylique.

» Parmi les agents de déshydratation que j'ai fait agir sur l'alcool amylique, le chlorure de zinc est celui qui exerce l'action la plus nette. Par l'action de la chaleur et de ce chlorure de zinc, on décompose l'alcool amylique en trois carbures inégalement volatils, isomériques entre eux et avec l'hydrogène bicarboné.

» Le plus volatil bout à 30 degrés; il a pour formule $C^{10}H^{10}$. L'autre, qui bout à 160 degrés, a la même composition, mais une densité de vapeur double, et pour formule $C^{20}H^{20}$; la portion qui distille entre 250 et 270 degrés a une densité de vapeur qui, sans être le double de la précédente, s'en rapproche beaucoup. Il paraît être dès lors formé en grande partie d'un carbure à densité de vapeur quadruple, d'une odeur fort agréable, qui contraste ainsi avec l'odeur de choux aigris du carbure plus volatil, ou avec l'odeur légèrement camphrée du carbure qui bout à 160 degrés.

» Ainsi, sous l'influence de la chaleur, la molécule de carbure d'hydrogène mis en liberté par les agents de déshydratation, non-seulement se double, mais se quadruple même, et le point d'ébullition s'élève graduellement.

» Maintenant une question se présente : de ces hydrogènes carburés, à poids moléculaire simple, double, quadruple, quel est celui qu'il faut assimiler au gaz oléfiant? c'est évidemment le carbure le plus volatil : ce serait celui-là qui devrait porter le nom d'*amylène;* les deux autres devraient être désignés par les noms de paramylène et de métamylène.

» Les carbures ne sont, du reste, peut-être pas étrangers à ces composés que l'on obtient avec l'alcool, composés dont l'histoire est encore si obscure et que l'on appelle *huiles douces du vin*. Quand on songe à l'exiguïté de leur production, quand on réfléchit qu'ils ressemblent, par un grand nombre de propriétés, à ceux que j'ai extraits de l'alcool amylique, on est disposé à croire qu'ils proviennent principalement de la décomposition de cet alcool amylique que les alcools ordinaires contiennent toujours. Ce qui tend, du reste, à confirmer cette opinion, c'est que M. Masson, ayant essayé de reproduire ses huiles douces en utilisant l'alcool qui avait été une première fois traité par le chlorure de zinc, n'est plus parvenu à obtenir ses premiers résultats avec cette matière ainsi purifiée.

» Du reste, la présence de l'alcool amylique dans l'alcool ordinaire, surtout aux doses faibles auxquelles on l'y rencontre ordinairement, n'exerce qu'une faible influence sur la saveur des alcools. La principale cause du mauvais goût qu'ils présentent est l'éther œnanthique, qui cependant, malgré son odeur forte et sa saveur désagréable, commence à être employé dans certains cas, comme bouquet propre à masquer la saveur plus désagréable des eaux-de-vie de grains.

» En résumé, les faits les plus saillants contenus dans ce Mémoire sont les suivants :

» L'huile d'eau-de-vie de marc est une matière complexe; elle contient à la fois de l'éther œnanthique et de l'alcool amylique.

» Cet alcool paraît être un produit constant de la fermentation alcoolique.

» Il existe dans tous les alcools du commerce, en proportions plus ou moins grandes. Certains produits connus sous la dénomination d'*huiles douces du vin*, paraissent lui devoir leur origine.

» Les produits de son oxydation expliquent à la fois le goût de quelques eaux-de-vie, l'odeur toute spéciale des vinasses qui se putréfient, et la saveur de certains fromages dans un état de fermentation très-avancée.

» L'hydrogène carboné que renferme cet alcool peut éprouver, par l'influence de la chaleur avec le concours des agents de déshydratation, des condensations successives qui lui font acquérir un poids atomique double et quadruple.

» L'action de la solution alcoolique de potasse sur un éther chlorhydrique offre un moyen rationnel pour obtenir l'éther simple d'un alcool donné.

» L'alcool amylique donne naissance à des composés nombreux; la série des corps qu'il peut fournir devient presque aussi complète que celle des composés de l'alcool proprement dit, grâce à la connaissance de 13 composés nouveaux analysés et décrits dans mon Mémoire, et dont je joins ici le tableau:

Nouveaux composés de la série amylique qui sont décrits dans ce Mémoire.

	Formules.	Volumes de vapeur.
Éther amylique	$C^{10}H^{11}O$,	2 volumes.
Éther sulfhydramylique.	$C^{10}H^{11}S$,	2 volumes.
Mercaptan amylique.	$C^{10}H^{12}S^{2}$,	4 volumes.
Éther cyanhydramylique.	$C^{10}H^{11}Cy$,	4 volumes.
Xanthamylate de potasse.	$2CS + C^{10}H^{11}O, KO$.	
Oxalamylate de chaux.	$2C^{2}O^{3} + C^{10}H^{11}O + CaO$.	
Oxalamylate d'argent.	$2C^{2}O^{2} + C^{10}H^{11}O + AgO$.	
Éther oxalamylique.	$C^{2}O^{3} + C^{10}H^{11}O$,	2 volumes.
Oxamylane (oxamate d'amyle). .	$C^{4}O^{5}Az^{2}H^{2} + C^{10}H^{11}O$.	
Éther valéramylique.	$C^{10}H^{9}O^{3} + C^{10}H^{11}O$,	4 volumes.
Éther azoti-amylique.	$Cl^{2}O^{3} + C^{10}H^{11}O$.	
Amylène.	$C^{10}H^{10}$,	4 volumes.
Métamylène.	$C^{40}H^{40}$,	4 volumes.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau système de chemins de fer atmosphériques; par* M. Chameroy.

(Commission nommée pour le Mémoire de M. Hallette.)

« M. Chameroy dispose, de la manière suivante, ses appareils locomoteurs appliqués à un chemin de fer à double voie :

» Il place entre deux voies une conduite formée de tuyaux en tôle et bitume, éprouvés par une forte pression.

» Cette conduite, qui est d'un diamètre proportionné à la force d'impulsion que l'on veut obtenir, est enfouie dans le sol sur toute son étendue, et à des distances déterminées sont établis des embranchements qui vien-

nent aboutir au centre de chaque voie; ces embranchements sont composés d'un tuyau cylindrique, auquel est soudé un robinet dont la clef porte un pignon à engrenage; sur ce robinet est fixé verticalement un cône creux, aplati, divisé intérieurement par une cloison transversale; ce cône est surmonté d'un tube cylindrique aspirateur placé horizontalement et parallèlement à la voie; le diamètre de ce tube est moitié moins grand que celui de la conduite; il est divisé en deux parties égales par une cloison transversale qui ferme hermétiquement; sa longueur est de 1 mètre environ. A chacune de ses extrémités est adaptée une garniture extérieure et un cône creux percé d'une certaine quantité de trous; sur l'un des côtés de l'embranchement est rapportée une coulisse dans laquelle glisse une tige verticale; l'extrémité supérieure de cette tige est munie d'un galet, et l'extrémité inférieure, d'une crémaillère qui engrène avec le pignon fixé au robinet.

» L'inventeur fait voyager sur ces embranchements un tube articulé qu'il attache sous les wagons au moyen de ressorts et de chaînes; la longueur de ce tube est celle du convoi; son diamètre est égal à celui de la conduite; il présente une ouverture longitudinale fermée par une soupape à deux parois parallèles et juxtaposées; chaque extrémité de ce tube est évasée et armée d'une soupape avec levier. Sous le premier et le dernier wagon sont fixées deux pièces d'appui mobiles placées obliquement et parallèlement aux wagons.

Description de la fonction de cet appareil.

» Des moteurs fixes à vapeur ou hydrauliques sont établis à une distance de 10 000 mètres les uns des autres sur toute l'étendue de la ligne que l'on veut exploiter; ces moteurs servent à faire fonctionner des machines pneumatiques qui sont mises en communication avec la conduite posée entre les deux voies.

» Lorsqu'on veut faire voyager un convoi, on attache sous les wagons un tube remorqueur; une des soupapes placées aux extrémités de ce tube est ouverte, tandis que l'autre reste fermée, et la partie du tube remorqueur qui porte la soupape ouverte doit être engagée préalablement sur un tube aspirateur: ces dispositions étant prises, et après avoir opéré le vide dans la conduite, on ouvre à la main le robinet de l'embranchement sur lequel le remorqueur est engagé; la communication s'établit aussitôt entre le tube remorqueur et la conduite par l'intérieur de l'embranchement et par le tube aspirateur; la pression atmosphérique s'exerce à l'instant même sur la cloison transversale fixe du tube aspirateur formant le point d'appui, elle s'exerce en

même temps sur toute la surface extérieure de la soupape fermée du tube remorqueur qui forme le point de résistance; cette pression détermine le mouvement du tube remorqueur qui glisse sur les garnitures adaptées au tube aspirateur; en même temps la soupape longitudinale du tube remorqueur s'ouvre à son passage sur l'embranchement, pour se fermer immédiatement après. Aussitôt que l'extrémité postérieure du convoi arrive sur cet embranchement, une pièce d'appui fait fermer le robinet, et en même temps une autre pièce d'appui, fixée en tête du premier wagon, fait ouvrir le robinet du deuxième embranchement, en pressant la tige à crémaillère; dans cet instant le vide cesse d'être communiqué au tube remorqueur par le premier embranchement, tandis qu'il est produit par le deuxième; la soupape du tube remorqueur s'ouvre alors pour passer en glissant sur le premier tube aspirateur. Cette soupape se referme presque instantanément par son propre poids; la pression atmosphérique agissant de nouveau, le tube remorqueur entraîne le convoi auquel il est attaché.

» Pour suspendre la marche du convoi, on évite d'ouvrir les robinets en soulevant les pièces d'appui.

» Pour arrêter, on neutralise la vitesse par l'emploi des freins.

» Pour rétrograder, il faut ouvrir la soupape du tube remorqueur qui est fermée, et fermer l'autre soupape qui était ouverte.

Principaux avantages de ce système.

» Une seule conduite en tôle et bitume coûtera moitié moins qu'une en fonte.

» Elle fera le service pour un chemin de fer à deux voies.

» Cette conduite, qui est enfouie dans le sol, est à l'abri de la malveillance.

» Son entretien intérieur et extérieur est nul.

» Cette conduite forme un vaste réservoir qui sert à contenir l'élément de la force locomotrice, dont on dispose à volonté, soit pour imprimer aux convois chargés la plus grande force locomotrice ou la plus grande vitesse possible, soit pour monter les rampes.

» On pourra rétrograder, diminuer ou neutraliser cette force pour descendre les rampes, ou pour arrêter la marche des convois; enfin, cette force ne sera dépensée qu'utilement.

» Pendant les temps d'arrêt comme pendant la marche des convois, les machines pneumatiques fonctionnent et emmagasinent constamment dans la conduite la force locomotrice.

» La conduite étant fermée et essayée à une forte pression lors de son établissement, on n'aura point à redouter les rentrées d'air.

» Sa position dans le sol permettra de franchir les passages de niveau.

» Il sera possible de lancer plusieurs convois sur la même ligne, et, par conséquent, d'envoyer des wagons de secours.

» La disposition du tube remorqueur avec articulations permettra de franchir les courbes de 300 mètres de rayon, et le mouvement de lacet des wagons sera neutralisé par le tube remorqueur. »

CHIMIE. — *Note additionnelle au Mémoire sur l'empoisonnement par le cuivre, lu à l'Académie le* 24 *juillet* 1843; *par* MM. **Danger** *et* **Flandin**.

(Commission précédemment nommée.)

« Dans la série de nos travaux sur les poisons métalliques, nous avons été conduits à mettre en doute la présence à l'état normal dans le corps humain, et de l'arsenic, et du cuivre, et du plomb. Nous avons annoncé être arrivés à cette négation, non-seulement par des analyses chimiques directes, mais par des expériences physiologiques, dont il nous a paru logique d'induire (sans tirer d'inductions absolues en physiologie), que l'existence dans le corps humain d'une matière toxique est incompatible avec l'état normal.

» L'Académie se le rappellera peut-être, voici quelles avaient été ces expériences :

» On avait, durant plusieurs mois, soumis des animaux à prendre chaque jour, avec leurs aliments, des doses graduellement croissantes d'acide arsénieux ou arsénique, d'acétate ou de sulfate de cuivre. Par un effet que la physiologie attribue à l'habitude, mais dont la chimie donnera peut-être un jour une explication plus satisfaisante, on était parvenu à faire digérer avec innocuité à des chiens des doses considérables de l'un ou de l'autre de ces poisons. Après un intervalle de sept mois, par exemple, un chien de taille moyenne avait fini par prendre chaque jour, sans aucun accident, 1 gramme d'acide arsénieux mêlé à des aliments liquides et solides. Alors qu'il était à supposer que la matière toxique avait pénétré tout l'organisme, que les divers systèmes en étaient en quelque sorte saturés, on avait sacrifié les animaux et recherché l'arsenic et le cuivre dans chacun de leurs organes, et en particulier dans la chair musculaire et dans les os. Toutes les analyses n'avaient donné que des résultats négatifs, et cependant c'était par 30 et 40 grammes qu'il fallait apprécier les quantités d'arsenic ou de cuivre qu'avaient ingérées les animaux.

» Depuis la communication à l'Académie de notre Mémoire sur l'empoisonnement par le cuivre, en juillet 1843, nous avons, sur l'invitation de quelques membres de la Commission chargée de l'examen de nos travaux, repris l'expérience relative à l'alimentation mêlée de composés cuivreux, et l'avons suivie jusqu'à ces derniers jours, c'est-à-dire pendant quatorze mois. Dans cet intervalle, un chien de moyenne taille, déjà précédemment empoisonné par absorption cutanée avec le sulfate de cuivre, mais guéri de cet empoisonnement, a pris et digéré avec ses aliments 60 grammes ou près de 2 onces de ce sel préalablement dissous dans l'eau : nous disons préalablement dissous, afin qu'il soit compris que nous avons administré le sel de cuivre sous l'état le plus propre à en favoriser l'absorption. Sur ce nouvel animal on n'a pu, en raison sans doute de l'état liquide du poison, dépasser en une fois, et par vingt-quatre heures, la dose de 18 à 20 centigrammes (3 à 4 grains). Plusieurs fois, en tentant d'aller au delà, on a provoqué des vomissements, et, par suite, du dégoût pour les aliments. Faut-il le faire remarquer, il est nécessairement dans ces sortes d'épreuves, et relativement à l'animal, et relativement à la substance toxique, une dose maximum que l'on ne peut franchir sans donner lieu à des accidents prompts et pour ainsi dire immédiats.

» Du commencement à la fin de l'expérience, l'animal n'a rendu le cuivre que par les selles; il ne nous est pas arrivé d'en saisir des traces manifestes dans les urines.

» Après quatre jours d'interruption dans l'administration du poison, afin de laisser évacuer celui que contenaient les intestins, on a tué le chien et pratiqué peu après l'autopsie. On a trouvé la muqueuse intestinale rouge ou fortement injectée dans presque toute son étendue; par places même, cette membrane a paru ramollie et comme réduite en une pulpe molle : en aucun point, toutefois, on n'a signalé de solution de continuité ou d'ulcération dans son tissu. L'œsophage n'a pas présenté les mêmes traces d'hyperémie, et tous les organes d'ailleurs ont paru parfaitement sains.

» On a procédé aux analyses chimiques, d'après la méthode que nous avons indiquée dans notre Mémoire, et qui, la Commission s'en est assurée, conduit avec certitude à retrouver le cuivre mêlé aux matières organiques dans la proportion de 0,00001 (1 cent-millième).

» Voici les résultats que l'on a obtenus :

Dans le foie.	des traces faibles, mais manifestes de cuivre;
Dans le cœur.	rien;
Dans les poumons.	rien;
Dans le cerveau.	rien;
Dans les reins et les urines. . .	rien;
Dans la chair musculaire dont on a analysé 500 grammes. .	rien;
Dans les os (500 grammes). . .	rien.

» Sur la demande qui nous en a été faite, nous avons remis avec empressement à M. Chevalier 500 grammes d'os et une partie des chairs musculaires de l'animal. Ce chimiste, non plus que nous, n'y a trouvé aucune trace de cuivre. Nos propres opérations ont eu pour témoin un membre de la Commission, M. Pelouze.

» C'est une remarque qu'il faut faire : à la suite de nos premières expériences, on n'avait pas trouvé de cuivre ou d'arsenic même dans le foie, et, par l'épreuve nouvelle, on a signalé la présence du cuivre dans cet organe. Tirera-t-on de ce fait la conséquence que nous avions formulé antérieurement une proposition trop hardie, en disant que la présence d'une matière toxique dans les organes de l'homme est incompatible avec l'état normal? Nous ne le pensons pas, et l'Académie aura sans doute mieux compris notre pensée que ne l'ont interprétée ceux qui avaient intérêt à la fausser pour la combattre. Ainsi que nous l'avons dit, ce ne sont pas des principes absolus que l'on peut poser en physiologie, mais des vues générales, et parfois des règles dont la nature ne s'écarte que par exception. Nous ne voulons faire ici que cette réserve, sans dire que l'animal surchargé de cuivre n'était peut-être plus dans les conditions rigoureuses de l'état normal. Ce que montre incontestablement notre dernière expérience, d'accord en ce point avec les deux autres, c'est que, dans les circonstances les plus propres à favoriser l'absorption ou l'assimilation des poisons, l'organisme vivant ne s'en pénètre pas nécessairement et également pour chaque ordre de systèmes; c'est que le cuivre en particulier n'est pas porté par la circulation dans tous les organes où l'on avait cru le voir, ainsi, du reste, que l'arsenic que personne n'y retrouve plus aujourd'hui.

» Pour rappeler le point de départ de nos recherches et mettre à son véritable jour la controverse que nous avons provoquée, car on a déjà cherché à la transporter là où elle n'est pas, nous demandons à l'Académie la permission de transcrire ici, pour elle, divers passages des écrits des auteurs qui font le plus autorité en toxicologie légale :

» Tome III, page 532 d'un *Traité de Médecine légale, théorique et pratique*, publié en 1840, on lit ce qui suit:

« Le 19 avril 1838, je fis une nouvelle expertise chimique avec MM. Orfila » et Ollivier (d'Angers), dans laquelle nous retirâmes des cendres du canal » digestif de la dame L... une certaine quantité de cuivre.

» Le 2 août suivant, pareille opération ayant porté sur le tube intestinal du » sieur R..., j'obtins encore du cuivre des cendres.

» Cette coïncidence me frappa, et comme je m'occupais alors, avec » M. Hervy, de recherches sur les cendres de l'estomac et des intestins, » notre attention fut naturellement appelée sur ces métaux, et nous reconnûmes bientôt que, dans tous les cas, on obtenait une proportion notable » de cuivre, de plomb et souvent de manganèse. Des circonstances particulières ne nous ayant pas permis de poursuivre nos recherches en commun, je continuai mes investigations, et je ne tardai pas à retirer le cuivre » et le plomb de tous les organes et même du sang....

» Depuis l'époque de mes recherches, il n'est pas une analyse médico- » légale que j'aie faite, et où je n'aie pas retrouvé le cuivre et le plomb » toutes les fois que l'analyse a porté sur des individus qui avaient été peu » de temps malades.

» J'ai dû multiplier mes investigations, et m'adresser à des sujets de » tous les âges, à des sujets sains comme à des sujets malades, et, dans tous » les cas, le résultat a été le même.... »

» Comme résultat de ses dernières recherches, l'auteur a publié le tableau suivant :

Tableau de la pondération de quelques essais ayant pour but la recherche du cuivre et du plomb dans les organes.

		Enfant nouveau-né.		
Canal intestinal:	sulfate de plomb.........	0gr,001.	Sulfate de cuivre..	0gr,001
		Enfant de huit ans.		
Estomac:	sulfate de plomb............	0gr,004.	Sulfate de cuivre..	0gr,005
		Enfant de quatorze ans.		
Canal intestinal:	sulfate de plomb.........	0gr,025.	Sulfate de cuivre..	0gr,030
		Adultes. — Femme saine.		
Estomac:	sulfate de plomb............	0gr,020.	Sulfate de cuivre..	0gr,025
Intestins:	*idem*.................	0 ,030.	*Idem*....	0 ,035
Intestins:	*idem*.................	0 ,040.	*Idem*....	0 ,046

Hommes.

Intestins (calcination à grand feu) : sulfate de plomb.	$0^{gr},025$.	Sulfate de cuivre. .	$0^{gr},037$
Intestins (calcination à feu doux),	*idem*. . . .	0 ,035.	*Idem*. . . .	0 ,040
Vésicule du fiel,	*idem*. . . .	0 ,003.	*Idem*. . . .	0 ,002

Femmes malades.

Intestins (phthisique) : sulfate de plomb.	$0^{gr},010$.	Sulfate de cuivre. .	$0^{gr},010$
Cerveau (500 grammes),	*idem*.	0 ,006.	*Idem*. . . .	0 ,019

» On voit, dit l'auteur, par le tableau qui précède, qu'il existe dans l'es- » tomac, les intestins et tous les organes de l'économie, des traces de cuivre » et de plomb ;

» Que la proportion dans laquelle se trouvent ces métaux augmente » avec l'âge ; ainsi, qu'elle est extrêmement faible chez l'enfant nouveau-né, » qu'à trente ans elle est quatre et cinq fois plus grande ;

» Que ces métaux sont en proportion variable dans l'estomac et les intes- » tins de l'homme et de la femme adultes; que cette proportion ne dé- » passe pourtant pas 46 millièmes pour les intestins à l'égard du cuivre et » 40 millièmes à l'égard du plomb. »

» Dans le tome Ier, page 643 de la dernière édition d'un *Traité de Toxicologie*, publié en 1843, on dit, d'autre part:

« On est en droit de se demander si, à raison de l'existence naturelle du » cuivre dans les tissus de nos organes, et dans certains aliments, l'expert ne » se trouvera pas *toujours* dans l'impossibilité de décider que le cuivre qu'il » aura obtenu en analysant une matière suspecte provient d'un empoisonne- » ment, et s'il n'y a pas lieu de déclarer qu'il faut renoncer à éclairer la jus- » tice dans toutes les espèces de ce genre ; en d'autres termes, peut-on recon- » naître que le cuivre recueilli à la suite d'une expertise n'est pas celui qui » existe naturellement dans les organes de l'homme ou dans les aliments dont » le malade avait fait usage, et qu'il a été au contraire fourni par une pré- » paration cuivreuse ingérée comme poison et comme médicament ? Je puis » répondre d'une manière précise par l'affirmative *pour ce qui concerne les* » *organes*, en disant que *le cuivre qui existe dans le canal digestif ou dans* » *tout autre viscère, par suite d'un empoisonnement par une préparation* » *cuivreuse ou de médication par un composé du même genre, peut être ob-* » *tenu par des procédés* à l'aide *desquels* on ne parvient jamais à extraire le » cuivre naturellement contenu dans ces organes; *il ne s'agit donc que de*

» *suivre ces procédés pour être à même de conclure que le métal a été ingéré*
» *comme poison ou comme médicament.*

» La preuve de cette assertion importante ressortira évidemment des dé-
» tails qui vont suivre sur la nature des procédés qu'il faut mettre en usage
» pour retirer le cuivre normal de nos organes...; » et l'auteur indique ces procédés, qui ont été suffisamment appréciés.

» Déjà, sur la question que nous avons portée devant l'Académie, M. Chevreul a par deux fois exprimé son opinion qu'il a bien voulu dire conforme à la nôtre : c'est pour nous l'assurance que la savante compagnie voudra mettre un terme à des incertitudes qu'une polémique cherchant parfois l'équivoque n'a cessé d'entretenir, et qui se reproduiraient indubitablement encore, préjudiciables à la science et peut-être à la justice, au jour d'un procès criminel en cour d'assises. »

CHIMIE. — *Recherches sur la constitution chimique des acides et des bases ; par* M. E. MILLON. (Extrait.)

(Commission précédemment nommée.)

« Le travail dont j'ai l'honneur de présenter les conclusions à l'Académie fait suite à d'autres recherches (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome IX), dans lesquelles j'ai déjà eu lieu d'insister sur quelques arrangements moléculaires propres aux bases, et sur le rôle de l'eau combinée.

» Dans le Mémoire que je rappelle, j'avais été conduit à soupçonner, 1° que certaines bases s'accompagnent d'un ou de plusieurs équivalents d'eau qu'elles tendent à conserver toujours, même après leur combinaison avec les acides; 2° que plusieurs équivalents d'un même oxyde pouvaient s'ajouter l'un à l'autre, se superposer en quelque sorte, et se comporter ensuite dans les combinaisons qu'ils contractent, comme un seul équivalent.

» Ces faits généraux, si propres à modifier les idées qui représentent aujourd'hui la constitution des composés minéraux et organiques les plus nombreux, me semblaient surtout ressortir de l'examen des sels de magnésie et d'oxyde de cuivre. J'ai soumis les sels formés par la première de ces bases à une nouvelle étude.

» Ces recherches m'ont permis de confirmer mes premiers résultats, et d'en étendre les principales conséquences.

» J'exposerai, dans un travail étendu, les procédés de déshydratation que j'ai dû mettre en usage pour saisir les conditions les plus délicates de la

constitution hydrique des sels; aujourd'hui je me borne aux faits essentiels et aux conclusions générales.

» Voici d'abord ce que l'analyse apprend sur la constitution des sels de magnésie, et sur leur modification à la suite de l'application méthodique de la chaleur.

Sulfate de magnésie.

» Le sel cristallisé contient 7 équivalents d'eau, ainsi que l'indiquent les recherches anciennes et récentes.

» La première perte d'eau peut s'effectuer à + 40 degrés, dans une atmosphère saturée d'humidité : le sel perd alors 2 équivalents d'eau et devient

$$SO^3, MgO, 5HO.$$

Dans une atmosphère sèche, la perte va beaucoup plus loin, même par une température qui ne dépasse pas + 30 degrés à + 35 degrés. Le sel abandonne alors 5 équivalents d'eau et se trouve représenté par

$$SO^3, MgO, 2HO.$$

Pour soustraire l'eau dans les deux conditions qui viennent d'être indiquées, il ne faut pas moins de vingt-cinq à trente jours; mais si la température est constamment maintenue à + 100 degrés, il suffit d'un jour : dans ce dernier cas, on arrive aussi au sulfate à 2 équivalents d'eau.

» De 110 degrés à 115 degrés, il s'échappe encore un demi-équivalent d'eau; ce sel renferme alors

$$SO^3, MgO, HO, \frac{HO}{2}.$$

De + 140 degrés à + 180 degrés, la perte d'eau s'accroît encore; ce sel devient

$$SO^3, MgO, HO.$$

A + 200 degrés, la perte est complète, et le sel anhydre résiste à l'application de la chaleur que peut produire une bonne lampe chauffée à l'alcool.

» Si la température est portée au rouge-blanc et maintenue ainsi pendant plusieurs heures, le sulfate de magnésie laisse de la magnésie pure.

» Ce dernier résultat ne s'obtient qu'en agissant sur 2 ou 3 grammes de sulfate de magnésie; mais alors il est très-net, et fournit les résultats analytiques les plus satisfaisants.

» Ainsi, le sulfate de magnésie subit les transformations suivantes :

$$SO^3, MgO, 7HO;$$
$$SO^3, MgO, 5HO;$$
$$SO^3, MgO, 2HO;$$
$$SO^3, MgO, HO, \frac{HO}{2};$$
$$SO^3, MgO, HO;$$
$$SO^3, MgO;$$
$$MgO.$$

Carbonate de magnésie.

» Le carbonate de magnésie cristallisé, qui se dépose d'une dissolution de magnésie dans l'eau chargée d'acide carbonique, a été exprimé rapidement entre des feuilles de papier joseph. Il a constamment donné à l'analyse la composition suivante :

$$CO^2, MgO, 4HO.$$

Le même sel, abandonné dans une atmosphère sèche jusqu'à ce que son poids fût invariable, a perdu $1\frac{1}{2}$ équivalent d'eau : il se représente ainsi par

$$CO^2, MgO, 2HO, \frac{HO}{2}.$$

Lorsqu'on applique ensuite la chaleur à ce dernier produit, il se fait une perte extrêmement lente d'eau et d'acide carbonique. Il est impossible de distinguer aucune phase jusqu'à + 280 degrés. La perte s'arrête alors à un produit de constitution fixe qui donne à l'analyse

$$2CO^2 + 3MgO + HO.$$

Je rappellerai ici que la magnésie blanche a pour formule

$$3CO^2 + 4MgO + 4HO.$$

Je discuterai plus loin la formule de ces carbonates ; je les résume ici :

$$CO^2, MgO, 4HO;$$
$$CO^2, MgO, 2HO, \frac{HO}{2};$$
$$3CO^2 + 4MgO + 4HO;$$
$$2CO^2 + 3MgO + HO.$$

Chlorure de magnésium.

» Le sel cristallisé a été décrit récemment par M. Graham avec 6 équi-

valents d'eau. Malgré des préparations assez variées, j'ai constamment trouvé un demi-équivalent d'eau de plus que M. Graham.

» Ce chlorure aurait ainsi pour composition

$$ClMg + 6HO + \frac{HO}{2}.$$

Il est efflorescent dans une atmosphère sèche et devient

$$ClMg + 5HO.$$

Chauffé à + 280 degrés, il perd le tiers de son acide chlorhydrique et se représente alors par

$$2MgCl + MgO + HO.$$

A une température que le thermomètre ne permet pas de suivre, il se fait une nouvelle perte d'acide chlorhydrique égale à la première; et le dernier tiers de chlore ne s'en va qu'après une calcination au rouge longtemps prolongée.

» On a, en définitive, trois formules pour le chlorure de magnésium:

$$ClMg + 6HO + \frac{HO}{2};$$
$$ClMg + 5HO;$$
$$2ClMg + MgO, HO.$$

Nitrate de magnésie.

» Le nitrate de magnésie contient 6 équivalents d'eau, ainsi que M. Graham l'a observé; il en perd 2 équivalents par une température de + 100 degrés, prolongée durant plusieurs jours, ou bien après une très-longue exposition dans une atmosphère sèche, par une température de + 30 degrés à 35 degrés; il devient ainsi:

$$AzO^5, MgO, 4HO.$$

A + 250 degrés, il subit une nouvelle perte, mais celle-ci ne consiste pas uniquement en eau, comme l'avait cru M. Graham, et le sel ne devient pas AzO^5, MgO, HO.

» A une température un peu supérieure à + 100 degrés, il se fait une perte d'acide nitrique et d'eau; en se maintenant deux ou trois jours à + 250 degrés, le sel a abandonné un tiers de son acide et retient encore une quantité d'eau assez notable. La formule qui représente le mieux sa composition s'accorde avec

$$2AzO^5 + 3MgO + 5HO.$$

On a, en définitive,

$$AzO^5, MgO + 6HO;$$
$$AzO^5, MgO + 4HO;$$
$$2AzO^5 + 3MgO + 5HO.$$

» Je rappellerai ici que l'iodate de magnésie m'a fourni, dans un travail précédent, les formules suivantes:

$$IO^5, MgO + 4HO;$$
$$IO^5, 3MgO + 2IO^5.$$

Ce dernier sel a été rapproché du triiodate de potasse, avec lequel il offre de remarquables analogies qu'il serait trop long de reproduire.

» Si l'on rapproche les sels à base de magnésie fournis par les acides carbonique, nitrique, chlorhydrique et iodique, on remarque sans peine que les nombreux états d'hydratation qu'ils présentent peuvent s'expliquer en admettant que le magnésium forme quatre bases distinctes :

$$\mathit{MgO}, 6\mathit{HO};$$
$$\mathit{MgO}, 4\mathit{HO};$$
$$\mathit{MgO}, \mathit{HO};$$
$$3MgO.$$

Il faut admettre, en outre, que les sels de même acide contenant ces différentes bases ont une extrême tendance à se combiner l'un à l'autre. C'est un principe que la constitution des sels ammoniacaux et de plusieurs sels minéraux a depuis longtemps forcé d'accepter.

» On représente alors très-simplement tous ces sels par les formules suivantes :

Carbonates.

1°. .... $CO^2 + \mathit{MgO}, 4\mathit{HO}$;

2°. $2\left(CO^2, MgO + 2HO + \frac{HO}{2}\right) = (CO^2 + \mathit{MgO}, 4\mathit{HO}) + (CO^2 + \mathit{MgO}, \mathit{HO})$;

3°. .... $CO^2, HO + CO^2, 3MgO$ (bicarbonate de la base $3MgO$);

4°. $3CO^2 + 4MgO + 4HO$ (magnésie blanche)............ $(CO^2 + \mathit{MgO}, 4\mathit{HO}) + (2CO^2 + 3MgO)$.

Nitrates.

1°. .... $AzO^5, \mathit{MgO}, 6\mathit{HO}$;

2°. .... $AzO^5, \mathit{MgO}, 4\mathit{HO}$;

3°. $2AzO^5, 3MgO, 5HO$.......$= AzO^5, 5HO + AzO^5, 3MgO$ (binitrate de la base $3MgO$).

Iodates.

1°. .... $IO^5, MgO, 4HO$;
2°. .... $IO^5, 3MgO + 2IO^5$ (triiodate de la base 3MgO).

Chlorhydrates.

1°. $4\left(MgCl + 6HO + \frac{HO}{2}\right) .. = 3(HCl, MgO, 6HO) + (HCl, MgO, 4HO)$;
2°. .... $HCl, MgO, 4HO$.

Il faut se rappeler ici que les bases *hydriques* (c'est ainsi que je désignerai celles qui retiennent une quantité d'eau constante) se combinent intégralement à l'acide chlorhydrique sans que l'oxygène de l'oxyde se porte sur l'hydrogène de l'acide. Ce sont donc de véritables chlorhydrates. J'ai déjà fait une semblable remarque au sujet des chlorhydrates de baryte et de chaux.

3°. .... $2MgCl + MgO, HO$.

Ici 2 équivalents d'acide chlorhydrique ont provoqué l'élimination de 2 équivalents d'eau, et ont amené la formation d'une variété particulière d'oxydochlorure.

» Je citerai encore les formules des sels suivants, analysés dans différents travaux :

Carbonate double de potasse et de magnésie.	$2CO^2 + KO + HO + 2(CO^2 + MgO, 4HO)$;
Carbonate double de magnésie et d'ammoniaque, récemment décrit par M. Favre.....	$CO^2, AzH^3, HO + CO^2, MgO, 4HO$;
Fumarate de magnésie..................	$C^4HO^3, MgO, 4HO$ (Rieckler);
Chlorate de magnésie..................	$ClO^5, MgO, 6HO$ (Waechter);
Maléate de magnésie..................	$C^8H^2O^6 + 2(MgO, 4HO)$ (Buchner);
Hyposulfite de magnésie..................	$S^2O^2 + MgO, 6HO$ (Rammelsberg);
Hyposulfite double de potasse et de magnésie.	$S^2O^2, KO + S^2O^2, MgO, 6HO$ (Rammelsberg).

Les borates et les silicates naturels deviennent aussi d'une formule très-simple en y admettant la base 3MgO. Je ferai remarquer, au sujet de cette dernière base, qu'elle possède une tendance manifeste à se combiner à plusieurs équivalents d'acide. C'est une base *polyatomique*. Elle correspond, dans ses tendances d'affinité, aux acides polyatomiques qui se combinent, on le sait, à plusieurs équivalents d'oxyde. Cette remarque se reproduit au sujet d'un oxyde polyatomique tout à fait analogue que forme le cuivre 3CuO.

» J'ai laissé en dehors de la discussion précédente, les sulfates de magnésie. Il est facile de voir que plusieurs ne concordent pas avec les différents sels qui viennent d'être rapprochés; mais, chose remarquable, cette concordance s'établit aussitôt que l'on supprime, dans chaque formule, 1 équivalent d'eau.

» On a, en effet, en prenant les formules discordantes,

$$\mathrm{SO^3, MgO, 7HO} = \mathit{SO^3, HO} + \mathit{MgO, 6HO};$$
$$\mathrm{SO^3, MgO, 5HO} = \mathit{SO^3, HO} + \mathit{MgO, 4HO};$$
$$\mathrm{SO^3, MgO, 2HO} = \mathit{SO^3, HO} + \mathit{MgO, HO}.$$

On se demande, en examinant les trois formules précédentes, s'il n'est pas possible que l'acide sulfurique transporte dans sa combinaison une certaine quantité d'eau qui tendrait à demeurer constante. En d'autres termes, n'existerait-il pas des acides hydriques correspondant aux bases hydriques?

» Dans les combinaisons de l'acide sulfurique avec l'acide iodique, cette permanence de l'eau combinée primitivement à l'acide sulfurique m'avait déjà frappé. J'ai, en effet, rencontré les combinaisons suivantes :

$$\mathrm{IO^5} + 3(\mathrm{SO^3, HO}),$$
$$\mathrm{IO^5} + 3(\mathrm{SO^3, 3HO}).$$

Le sulfate d'ammoniaque présente 1 équivalent d'eau qu'il faut sans doute rapporter à l'acide sulfurique,

$$\mathit{SO^3, HO}, \mathrm{AzH^3, HO}.$$

» M. Pelouze a décrit un sulfate de potasse qui se représente par

$$\mathit{SO^3HO} + \mathrm{KO}.$$

Le sulfate de chaux contient 2 équivalents d'eau qu'il convient, sans doute, de disposer ainsi :

$$\mathit{SO^3, HO} + \mathit{CaO, HO},$$

puisque CaO, HO constitue une base particulière très-différente de la base anhydre CaO.

» Il est impossible de conserver le moindre doute sur cette classe nouvelle d'acides hydriques en jetant les yeux sur les oxalates; on y retrouve constamment la permanence des deux hydrates d'acide oxalique :

$$\mathrm{C^2O^3, HO},$$
et
$$\mathrm{C^2O^3, 3HO}.$$

» Je ne me livrerai pas ici à la discussion des formules qui représentent

les oxalates. Ce serait dépasser les proportions dans lesquelles j'ai tâché de restreindre cette communication. Je dirai seulement que, pour appliquer aux oxalates ou à toute autre série saline le principe que je développe, il faut se rappeler que l'acte de la combinaison tend généralement à une élimination d'eau; de sorte que, pour comprendre la constitution des oxalates, il faut y admettre les trois formes suivantes :

$$C^2O^3,$$
$$C^2O^3, HO,$$
$$C^2O^3, 3HO.$$

Ces trois formes se présentent même simultanément dans le quadroxalate de potasse, seul exemple que je donne ici :

$$C^2O^3, KO + C^2O^3, HO + 2(C^2O^3, 3HO).$$

» Je résumerai maintenant en peu de mots les conclusions auxquelles conduisent les faits et les considérations qui précèdent.

» Il existe trois classes de bases :

» 1°. *Les bases monoatomiques*, découvertes les premières et admises aujourd'hui dans toutes les combinaisons salines; elles sont pourtant fort rares, et l'argent est le seul métal qui, en toute circonstance, produise un oxyde monoatomique, AgO. Les autres bases, telles que la baryte et l'oxyde de plomb, exigent des conditions particulières pour fournir des oxydes monoatomiques, BaO et PbO.

» Ces bases résultent de 1 équivalent de métal et de 1 équivalent d'oxygène. Elles se combinent à 1 équivalent d'acide et constituent ordinairement les sels neutres.

» 2°. *Les bases polyatomiques.* — Elles résultent de l'union de plusieurs équivalents de métal et d'oxygène ou bien autrement de l'union de plusieurs équivalents de bases monoatomiques qui se superposent et se comportent dans leur combinaison aux acides comme un seul équivalent. Ainsi 3MgO constitue un seul équivalent de base polyatomique : il en est de même de 3CuO, et sans doute aussi de 3HgO, 3PbO, etc.

» Ces bases tendent ordinairement à former des sels acides.

» 3°. *Les bases hydriques.* — Elles résultent de l'union d'une base monoatomique à un ou plusieurs équivalents d'eau: ainsi *MgO, HO*; *MgO, 4HO*; *CuO, HO*; *CaO, HO*; *BaO, HO* constituent autant de bases hydriques. Elles tendent à entrer dans les combinaisons avec toute leur eau. Cette eau se conserve surtout en présence des acides faibles.

» Les bases hydriques tendent à former des sels neutres. Leur union aux

acides hydriques donne lieu aux différents états de l'eau saline désignée sous le nom d'eau d'hydratation, de cristallisation, de constitution, etc.

» Il existe trois classes d'acides :

» 1°. *Les acides monoatomiques.* — Ils résultent de l'union d'un métal ou d'un métalloïde à l'oxygène, SO^3, CrO^3, IO^5, etc. Ils se combinent aux bases dans une proportion simple; l'acide contient ordinairement 1 équivalent de métal ou de métalloïde, tandis que la base contient aussi 1 équivalent de métal si elle est monoatomique.

» 2°. *Les acides polyatomiques.* — Cette classe contient les acides de la constitution la plus variée. Elle comprend d'abord les acides minéraux ou organiques qui résultent de l'union de plusieurs acides différents, et qui ont été désignés sous le nom d'acides bibasiques et polybasiques.

» Cette classe renferme encore les acides minéraux de constitution assez irrégulière qui se rattachent à un même métal ou à un même métalloïde.

» Pour comprendre la constitution de ces derniers acides, il faut admettre, ainsi que je l'ai montré dans plusieurs travaux, qu'il existe pour chaque métal, pour chaque métalloïde, une combinaison primitive, unique, qui renferme la plus forte proportion d'oxygène: ainsi, l'acide sulfurique pour les acides du soufre SO^3, l'acide perchlorique pour les acides du chlore ClO^7, etc. Cette combinaison primitive est un acide monoatomique.

» Elle est ordinairement en rapport avec un acide dérivé, également monoatomique, dans lequel le métalloïde remplace l'oxygène en proportion équivalente; ainsi ClO^7 est en rapport avec ClO^3 par la substitution de 1 équivalent de chlore à 1 équivalent d'oxygène,

$$ClO^7 - ClO^6, Cl = 2\,ClO^3;$$
$$SO^3 - SO^2, \; S = 2\,S^2O^2.$$

La combinaison ainsi modifiée par substitution s'unit à la combinaison primitive et donne naissance à une série d'acides polyatomiques très-variés, dans lesquels on trouve toujours le même métalloïde ou le même métal unis à des proportions variables d'oxygène.

» 3°. *Les acides hydriques.* — Ces acides sont susceptibles d'entrer dans les combinaisons salines, avec un ou plusieurs équivalents d'eau qui se trouvent conservés dans le sel. L'acide hydraté forme ainsi un composé bien distinct, même après la combinaison, de l'acide anhydre. C'est de la sorte que l'acide sulfurique à 1 équivalent d'eau forme un acide différent de SO^3 et transporte son équivalent d'eau dans plusieurs sels. L'acide oxalique présente de même deux acides, C^2O^3HO et $C^2O^3,3HO$, qui peuvent entrer l'un et l'autre dans les combinaisons, en conservant leur eau tout à fait intacte. »

MINÉRALOGIE. — *Études sur les gîtes métallifères de l'Allemagne; par* M. BURAT.

(Commission précédemment nommée.)

« Les gîtes métallifères de l'Allemagne ont été décrits il y a plus de trente ans par M. Héron de Villefosse; mais depuis cette époque la science géologique a été en quelque sorte créée, et les exploitations, stimulées par les concurrences étrangères, aidées d'ailleurs par les progrès des arts mécaniques, ont été considérablement développées, mettant en évidence un grand nombre de faits nouveaux. La connaissance théorique et pratique des gîtes métallifères n'a cependant pas marché en raison de ces éléments, et l'on a lieu d'être surpris que la géologie soit ainsi restée presque stationnaire dans ses applications les plus importantes. Je me suis proposé de constater l'état des connaissances actuelles sur les gîtes de l'Allemagne, et, les mettant en parallèle avec ceux que j'ai précédemment étudiés et décrits en Toscane, de préciser les règles et les formules pratiques qui pouvaient être déduites des observations faites jusqu'à ce jour, pour la recherche et l'exploitation des mines.

» Cette étude démontre que les gîtes de l'Allemagne, même dans les districts où ils affectent le plus de régularité, ont, dans la plupart des cas, des relations non moins intimes avec les terrains ignés, que les gîtes essentiellement irréguliers de la Toscane et de l'île d'Elbe. Il y a même, en plusieurs points, identité entre les roches ignées de ces contrées et leur rapport avec les minerais.

» Les filons qui ont été d'abord considérés comme la seule expression rationnelle des phénomènes métallifères, ne sont réellement pas assujettis aux règles rigoureuses qui leur avaient été assignées par Werner; entre le filon le plus régulier de la Saxe et le gîte le plus irrégulier de la Toscane, il y a une série d'autres gîtes qui établissent des passages et démontrent que tous sont des expressions différentes de faits analogues et d'une influence identique. Il ne suit pas de là que les gîtes métallifères ne soient assujettis à une règle de gisement et que l'exploitation n'ait aucune utilité à tirer des études géologiques; mais beaucoup de ces règles sont locales, d'autres n'appartiennent qu'à certaines classes de gîtes qu'il faut d'abord distinguer. Les différents degrés de rapport, ou liaison de gisement, qui existent entre les gîtes métallifères et les roches ignées, fournissent d'ailleurs des enseignements précieux qui n'avaient pas été appréciés du temps de Werner, et qui dans l'exploitation peuvent rendre des services aussi réels que les règles applicables aux filons.

» J'ai cherché à faire ressortir les conditions si diverses des gîtes, et à préparer leur classification en catégories distinctes, en précisant les faits constatés au Harz, en Saxe, dans le pays de Siegen et de Limbourg, en dégageant ces descriptions de toutes les répétitions de détails qui les rendent souvent obscures.

» Les filons forment dans chaque district des groupes distincts, et ces groupes, concentrés dans certaines circonscriptions qu'on peut appeler les champs de fracture, sont chacun dans des conditions spéciales pour la puissance et l'allure des fractures du sol, pour la nature et la répartition des gangues et des minerais. Au Harz, par exemple, les filons de Clausthal et Zellerfeld n'ont aucune analogie, dans leurs détails de forme et de composition, avec les filons d'Andreasberg. Les indices qui peuvent servir à déterminer la position des parties riches ne sont pas les mêmes dans les deux groupes, bien qu'ils dérivent de faits analogues. Ainsi on recherche à Clausthal les parties où les filons, se divisant, donnent lieu à des branches parallèles où la somme des écartements est toujours plus considérable que dans les parties où la fracture est nette et bien réglée. A Andreasberg, les points les plus riches sont principalement indiqués par des rameaux contemporains qui se détachent presque perpendiculairement des artères principales. La composition est aussi différente que la forme des filons dans ces deux groupes pourtant si rapprochés, et liés aux mêmes roches éruptives.

» En Saxe, dans le groupe de filons des environs de Freyberg, les faits sont encore plus spéciaux, et l'expérience du mineur du Harz y serait complétement inutile pour tout ce qui a rapport aux conditions d'allure et de composition. C'est dans les croisements de filons d'époques différentes et dans les filons croiseurs, que se sont trouvées les principales accumulations de minerais, qui semblent avoir été ainsi déterminées par l'influence de la roche encaissante et non par les variations de formes.

» Certains gîtes, comme ceux du Rammelsberg et du Stahlberg, offrent des exemples remarquables d'accumulations puissantes concentrées près de la surface, et en beaucoup de points ne communiquant avec l'intérieur que par des canaux étroits et même obstrués : l'examen de ces gîtes démontre pourtant que les matières métallifères n'ont pu y arriver que de bas en haut, et probablement par des sublimations qui ont suivi ces évents rétrécis et se sont condensées dans des cavités voisines de la surface et formées par l'écroulement des époutes. Les minerais du Rammelsberg et du Stahlberg sont remarquables par l'absence presque complète des gangues. Certains gîtes analogues sont métamorphiques, c'est-à-dire formés par des sublimations qui, au lieu de se

concentrer dans des cavités, ont en quelque sorte imbibé les terrains sédimentaires, et le plus souvent suivant les plans de stratification des couches relevées, c'est-à-dire suivant les clivages naturels du terrain. Les gîtes calaminaires du Limbourg, les fers carbonatés et les cobalts arsenicaux des environs de Siegen sont des exemples remarquables de cette catégorie.

» Enfin il y a des gîtes véritablement éruptifs, et l'erzgebirge en présente à Altenberg et Zinnwald qui ne sont pas moins significatifs que ceux de la Toscane.

» Il résulte de ces études que la théorie des gîtes métallifères peut être considérée aujourd'hui comme fixée, par l'existence de faits nombreux et identiques, dans toutes les parties du globe; mais les conditions pratiques, c'est-à-dire celles qui règlent l'allure et la richesse, sont locales et variables. Ainsi point de formules générales; c'est uniquement par l'étude pratique d'un grand nombre de mines et par l'étude lue de toutes les autres, qu'un ingénieur peut arriver à de bons principes d'exploitation. Amené sur un gîte nouveau, il peut alors en faire le diagnostic, apprécier les analogies, puis enfin adopter une marche qui lui est enseignée par tous les gîtes placés dans les mêmes conditions de gisement.

» D'après les descriptions consignées dans mon Mémoire, on verra qu'avec le Cornwall, le Harz et la Saxe sont encore les terres classiques des gîtes métallifères, par la diversité de ceux qu'ils présentent, par ce qu'on peut appeler la vive expression de leurs caractères, enfin par le développement immense des travaux qui facilitent leur étude. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Supplément à une Note précédente sur l'influence de la pression relativement à la détonation des mélanges gazeux explosibles; par* M. SELLIGUE.

(Commission précédemment nommée.)

« J'avais fait diverses expériences avec mon robinet de détonation, en y ajoutant, pour plus de sûreté, une seconde flamme, c'est-à-dire que j'avais, dans l'état de repos, une flamme montante et une flamme descendante, toutes deux perpendiculaires. J'avais fait les trous très-petits, afin de donner beaucoup de pression au gaz qui alimentait ces petites flammes, de manière à ce que cette pression fût supérieure à celle de l'appareil. Lorsque je faisais tourner le robinet, une des flammes se portait directement dans le récipient d'explosion, et l'autre lui était naturellement opposée; alors le tube du gaz, placé intérieurement, du robinet qui alimente ces flammes, par son dia-

mètre protégeait la flamme qui se trouvait opposée à l'orifice du récipient d'explosion ; et dans ce cas, à supposer que la pression dudit récipient eût soufflé la flamme qui passait par son orifice, il ne pouvait en être de même de la flamme qui lui était opposée. Par cette disposition, j'ai eu plus de sûreté d'inflammation ; les seules variantes que j'ai remarquées tiennent à ce que l'arrêt d'inflammation est plus tranché.

» Jusqu'à présent je n'ai rien aperçu qui puisse me faire juger d'une manière positive que l'inflammation des mélanges de gaz détonants doive se faire autrement que dans les limites de pression que j'ai déjà signalées, en opérant avec l'injection d'une seule flamme.

» Il faut remarquer que si la cause de la non-détonation provenait de ce que la flamme serait éteinte par le gaz du récipient, dont la pression augmente la vitesse de sortie lorsqu'il se précipite dans le centre vide du robinet au moment où l'on tourne la clef pour que la flamme soit en face du récipient d'explosion ; si c'était, dis-je, cette cause, comment se ferait-il que cet effet eût lieu à des pressions très-différentes, selon la nature du mélange des gaz employés ? Ainsi, le gaz de houille et le gaz hydrogène présentent une différence très-grande dans la pression qui empêche leur détonation.

» J'ai essayé de faire détoner le gaz de houille avec l'étincelle électrique. La détonation du gaz avait lieu avec plus d'une atmosphère de pression ; mais j'ai reconnu de suite que ce n'était pas d'après la même loi. Ainsi, avec la flamme, la détonation se fait dans un espace de temps très-court à la vérité, mais appréciable pour un observateur exercé : ce n'est pas, s'il faut rendre mon idée, une inflammation de toutes les parties à la fois ; l'inflammation gagne de proche en proche le mélange détonant, mais seulement avec une grande vitesse ; avec l'étincelle électrique on dirait, au contraire, que toutes les parties du mélange reçoivent en même temps le contact de l'étincelle ; la détonation se fait en un temps qui ne peut être apprécié, et ne laisse rien dans l'idée de divisible. Aussi je veux poursuivre mes expériences en me servant, pour l'inflammation des mélanges détonants, des courants voltaïques pour l'ignition d'un fil de platine, ainsi que je l'avais fait il y a très-longtemps pour M. de la Rive père, dans le but d'expérimenter la décomposition de l'eau et sa synthèse en faisant détoner les deux gaz après les avoir réunis dans le même appareil. J'aurai l'honneur de faire part à l'Académie des expériences que je vais faire au moyen de l'ignition du platine, car il y a de l'inconnu dans les effets relatifs aux gaz détonants.

» Ces expériences sont en dehors de mon système de moteur ; car, le robinet fonctionnant parfaitement, je me garderais bien de me servir de

l'étincelle électrique ou des courants voltaïques qui seraient sujets à anomalies, tandis que j'ai du gaz pour alimenter mes flammes de robinets de détonation. J'ai donc vu que rien dans mes dispositions d'appareil, comme propulseur pour la marine, ne pouvait m'arrêter; car, après avoir consulté les travaux faits sur la propulsion des vaisseaux, au moyen des palmes articulées de M. Janvier, officier de marine distingué, l'ouvrage de M. Lesnard, ingénieur, sur le remplacement des roues à aubes par des rames verticales, un Mémoire sur l'emploi des pistons à l'arrière des vaisseaux pour la navigation sans voiles, et enfin l'ouvrage de M. Campaignac, ingénieur-constructeur naval, il demeure constant pour moi que je peux remplir toutes les conditions que l'on cherche, qui sont d'avoir pour la marine un propulseur dont les organes agissant contre l'eau, soient placés au-dessous de la flottaison; qu'il ne soit besoin de rien démonter de l'appareil pour faire marcher le vaisseau avec ses voiles; que les appareils du propulseur en dehors de la carène ne puissent pas retarder la marche du navire sous voiles; qu'il soit possible d'avoir à bord du combustible pour plusieurs mois; que le poids de l'appareil soit peu considérable; que l'appareil soit simple, et que l'eau de la mer ne le détériore pas; enfin qu'il soit facile à faire fonctionner. Je crois remplir, avec mes appareils à détonation des gaz, toutes les conditions que je viens d'énoncer.

» On m'objectera peut-être que la vitesse de mes chocs, qui sont directs contre l'eau, donnera un mouvement par saccade au vaisseau : je répondrai que la masse du vaisseau est suffisante pour empêcher cet effet, et que je peux, au lieu de faire une détonation toutes les deux secondes, en faire une chaque seconde en diminuant la force choquante, et que la surface agissant directement contre l'eau n'a pas, comme on pourrait le supposer, un effet sec et dur. Je l'ai très-bien remarqué dans mes nombreuses expériences.

» D'après tous les essais qui ont été faits jusqu'à présent, les auteurs paraissent tous regretter que les agents mécaniques ne leur permettent pas de donner une vitesse assez grande aux surfaces choquantes et dans le sens direct du mouvement. Les pistons, les palmes articulées, les roues verticales, tous ces moyens agissaient plus ou moins bien, mais demandaient une puissance proportionnellement plus forte que les roues à aubes, mues par deux machines à vapeur qui diminuent de moitié le point mort. Dans ces diverses manières de remplacer les roues à aubes, les agents mécaniques pour la fonction des rames, pistons, etc., sont toujours des manivelles ou des bielles agissant alors sur des leviers à angle droit; en conséquence, la force et la vitesse de la marche de la surface choquante se trouvent décomposées, tant

par l'agent moteur mécanique que par la surface choquante suspendue au bout d'un levier qui ne se présente direct au mouvement que sur la perpendiculaire; d'où il résulte que la vitesse de la surface choquante est bien moins grande au commencement et à la fin de chaque course, soit rames ou piston, et qu'elle n'est en pleine vitesse que sur la perpendiculaire, de sorte qu'il se produit une décomposition de la force, surtout à la fin de la course, puisque la vitesse et la surface deviennent décroissantes.

» Dans ces agents, le retour des rames ou pistons, etc., à la première position, est toujours égal à la course et présente une résistance qui peut être égalée au quart de l'effet obtenu par la surface choquante.

» Généralement, d'après les auteurs de ces divers systèmes, ce qui à la mer ne permettait pas de se servir avec avantage de leur invention, était qu'il y avait trop de force perdue, comparativement aux roues à aubes, et que les agents mécaniques étaient plus compliqués que dans les bateaux à vapeur ordinaires, et par conséquent trop délicats dans leurs fonctions à la mer, les surfaces choquantes étant obligées de faire un quart de tour à chaque extrémité du mouvement pour ne présenter, dans la marche en avant, que leur tranche, et, dans la marche en arrière, que leur surface, ce qui perdait un cinquième de la course.

» Quant à mon système, il est constant que mes appareils sont de la plus grande simplicité, qu'il n'y a de fonctions mécaniques que pour régler les détonations, ce qui ne demande l'emploi que d'une force insignifiante en comparaison de la force produite;

» Que les surfaces choquantes contre l'eau agissent directement d'un bout à l'autre de leur course;

» Que leur retour s'opère vite et sans aucun secours mécanique, le vide fait et l'eau rentrante suffisant pour remplir cette fonction avec une vivacité qui est toujours très-supérieure à la plus grande vitesse qu'un vaisseau puisse prendre;

» Que la force que j'obtiens est directement appliquée aux surfaces choquantes;

» Que les surfaces choquantes étant articulées, lorsqu'elles sont au repos, si le sillage du vaisseau a lieu par l'emploi seul de sa voilure, ne présentent pas le vingtième de leur surface totale de résistance, ce qui n'augmenterait la force nécessaire pour vaincre le frottement de la carène tout au plus que de 56 kilogrammes pour un vaisseau de 200 chevaux vapeur;

» Enfin, que les appareils sont faciles à installer à bord et tiennent fort

peu de place comparativement aux appareils à vapeur, et qu'il y a une grande économie. »

M. **Velpeau**, à l'occasion d'une Lettre adressée par M. **Lesauvage** dans la séance précédente, fait remarquer que, comme les communications sur lesquelles l'auteur de la Lettre demande un prochain Rapport impliquent une question de priorité qui ne pourra être résolue qu'après l'examen des Mémoires de M. *Coste* sur l'ovologie, il paraîtrait convenable que les travaux de ces deux anatomistes fussent jugés par une seule et même Commission.

L'Académie, conformément à cette représentation, décide que les membres désignés pour examiner les travaux sur l'ovologie de MM. Coste et Lesauvage seront réunis en une Commission unique.

CORRESPONDANCE.

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie le tracé d'une triangulation de l'Inde, due aux travaux successifs de feu M. le major **Lambton** et de M. le lieutenant-colonel **Everest**. La chaîne des triangles, dirigée dans le sens du méridien, s'étend du cap Comorin aux monts Himalaya.

M. **Arago** communique l'extrait d'une Lettre de M. **Boussingault** relative à l'installation prochaine d'un observatoire magnétique dans la ferme d'Antisana. Il avait paru intéressant d'avoir une série complète d'observations faites dans ce point, qui est, de tous les lieux habités connus, le plus élevé au-dessus du niveau de la mer. En conséquence, M. Boussingault adressa une demande à ce sujet au général Flores, président de la République de l'Équateur (Amérique du Sud). La réponse ne s'est pas fait attendre; nous en extrayons le passage suivant:

« Conformément à votre recommandation, qui est pour moi d'un grand » poids, écrit M. le président à M. Boussingault, j'ai offert à M. Aguirre de » mettre à la disposition des personnes qu'il jugerait capables de faire les » importantes observations dont vous me parlez, tous les secours nécessaires. » Je ne doute donc point que M. Aguirre, profitant des facilités que je lui » offre, ne prenne promptement les mesures nécessaires pour l'exécution de » l'entreprise à laquelle vous et M. Arago attachez un tel intérêt. »

M. **Arago** communique des extraits d'une Lettre de M. **Espy**, qui se félicite de nouveau de l'encouragement qu'il a trouvé dans l'Académie des

Sciences pour ses recherches sur la théorie des orages. Le Rapport favorable qui a été fait sur ses travaux a, dit-il, contribué puissamment à le placer dans une position où il peut se procurer les renseignements dont il a besoin. Aujourd'hui, il extrait de sa correspondance météorologique, qui est fort étendue, l'indication d'un fait déjà ancien, mais qui lui semble digne d'attirer l'attention. Ce fait est consigné dans une Lettre que M. **Morgan W. Brown** lui a adressée de Nashville (État de Tenessee), en date du 4 avril 1843. Nous en extrayons le passage suivant :

« En l'année 1808, vers le 1er juin, on ressentit, dans l'est de l'État de » Tenessee, un ouragan remarquable par sa violence et son étendue... Il » avait pris naissance près de la ville de Kingston, et s'étendit jusqu'aux » montagnes qui séparent l'État que je viens de nommer de la Caroline du » Nord, ravageant tout sur son trajet, qui fut de plus de 80 milles au moins, » et sur une largeur qui variait de 600 à 100 yards... Il avait commencé » vers midi et finit vers 3 heures environ ; sa vitesse, d'après les renseigne- » ments que j'ai pu recueillir, était d'environ 30 milles à l'heure.... Dans » la partie septentrionale de son trajet, il tomba beaucoup de grêle et de » pluie ; et, chose remarquable, il tomba en même temps des feuilles vertes » et des branches qu'il avait arrachées auparavant, et qui étaient toutes » recouvertes d'une couche épaisse de glace. Tous ces corps, emportés par le » vent, étaient devenus les noyaux d'autant de grêlons.... »

ASTRONOMIE. — *Seconde approximation des éléments de l'orbite elliptique de la comète récemment découverte à Rome; par* M. **Faye.**

« Le calcul de cette deuxième orbite est fondé sur les observations méridiennes faites à l'Observatoire de Paris le 2, le 10 et le 19 septembre, comprenant un arc héliocentrique de plus de 16 degrés, tandis que l'arc compris entre les observations extrêmes employées au calcul de la première orbite n'était pas de 8 degrés. L'ellipticité de l'orbite de la seconde comète de 1844 est si décidée, les observations faites à l'Observatoire de Paris ont une précision telle, que les premiers calculs fondés sur un intervalle de huit jours seulement, ont pu déjà donner une idée fort exacte de la nature de sa trajectoire. Pour s'en assurer, il suffit de comparer les premiers éléments (*Comptes rendus*, t. XIX, p. 560) aux éléments n° II que voici :

Passage au périhélie. 1844, septembre...	2,519608	
Longitude du périhélie...............	342°31′55″,5	Équinoxe moyen du
Longitude du nœud ascendant..........	63°48′56″,6	1er septembre 1844.
Inclinaison.........................	2°53′ 6″,6	
Excentricité........................	0,6092118	
Demi-grand axe..	3,0306258	
Distance périhélie..................	1,1843330	

» Le temps de la révolution est de cinq ans trois mois dix jours; la différence entre cette détermination et la précédente est donc au-dessous de deux mois. Les changements qu'ont subis les autres éléments n'ont pas plus d'importance.

» Je m'occupe actuellement de la réduction et de la discussion de toutes les observations que l'état du ciel a permis de faire jusqu'ici à l'Observatoire de Paris, et de les comparer aux éléments n° II, afin de préparer les matériaux des calculs ultérieurs. »

ASTRONOMIE. — *Perturbations du mouvement elliptique de la seconde comète de* 1844; *par* M. **Le Verrier**.

« Nous devons à M. Faye la détermination des éléments du mouvement elliptique de la seconde comète de 1844. Bien que les premiers calculs aient été faits sur des observations très-voisines les unes des autres, les éléments qui en sont résultés n'ont pas laissé de satisfaire aux observations ultérieures. Ils sont donc suffisants pour la détermination des perturbations que la comète éprouvera de la part des planètes, pendant la durée de son apparition.

» Comme les astronomes rapportent habituellement leurs calculs à l'instant du passage au périhélie, je prends pour orbite normale celle que la comète décrivait le 1er septembre 1844, à midi moyen ; et je donne, de dix jours en dix jours, jusqu'à la fin de décembre, les altérations des éléments de cette orbite. La Terre, Vénus et Jupiter sont les seules planètes dont l'influence soit sensible : on trouvera dans les tables suivantes les perturbations des éléments de la comète, dues à chacune de ces trois planètes, et ensuite leur somme. Le déplacement du plan de l'orbite n'est produit que par la Terre. Les perturbations des angles sont exprimées en secondes sexagésimales. Les variations du demi-grand axe et de l'excentricité sont rapportées à la septième décimale prise pour unité.

» Je vais, au reste, lever toute ambiguïté, relativement à l'emploi des Tables que je donne, en calculant successivement, dans l'ellipse invariable et dans

l'ellipse troublée, la position héliocentrique de la comète pour le 30 décembre 1844 à midi moyen. Il serait inutile, dans cette comparaison, de tenir compte de la précession.

» Soient a le demi-grand axe de la comète; n son moyen mouvement diurne; e son excentricité; φ l'inclinaison de son orbite sur l'écliptique; ζ son anomalie moyenne; ϖ et θ les longitudes du périhélie et du nœud. Les calculs de M. Faye donnent, en les réduisant au 1er septembre 1844, à midi moyen :

$$
\begin{aligned}
a &= 2,9710986 \\
e &= 0,6019600 \\
n &= 692'',8368 \\
\varphi &= 2^\circ 51' 46'' \\
\varpi &= 342.35.36 \\
\theta &= 63.42.50 \\
\zeta &= 359.41.31,7 ;
\end{aligned}
$$

d'où l'on conclut, au 30 décembre 1844, l'anomalie moyenne $\zeta = 22^\circ 47' 12'',12$. Ces éléments fournissent les valeurs suivantes du rayon vecteur r de la comète, de la longitude v dans l'orbite et de la latitude λ :

$$
\begin{aligned}
r &= 1,790605 \\
v &= 67^\circ 3' 42'',7 \\
\lambda &= 0.10.1,62.
\end{aligned}
$$

» Pour obtenir les positions troublées, je prends dans la première et dans la seconde Table les variations totales des éléments pour le 30 décembre, et je les ajoute aux éléments précédents. Désignant d'ailleurs les résultats par les mêmes lettres que ci-dessus, mais affectées d'un accent, je trouve :

$$
\begin{aligned}
a' &= a + \delta a = 2,9710986 - 0,0008096 = 2,9702890 \\
e' &= e + \delta e = 0,6019600 - 0,0001001 = 0,6018599 \\
\varphi' &= \varphi + \delta\varphi = 2^\circ 51' 46'' + 0'',78 = 2^\circ 51' 46'',78 \\
\varpi' &= \varpi + \delta\varpi = 342.35.36 - 9,56 = 342.35.26,44 \\
\theta' &= \theta + \delta\theta = 63.42.50 - 33,39 = 63.42.16,61 \\
\zeta' &= \zeta + \delta\zeta = 22.47.12,12 + 36,54 = 22.47.48,66.
\end{aligned}
$$

Reprenant ensuite, avec ces éléments, le même calcul qu'on a déjà effectué avec les premiers, on trouve les expressions troublées du rayon vecteur r', de la longitude v' et de la latitude λ' :

$$
\begin{aligned}
r' &= 1,790540 \\
v' &= 67^\circ 3' 47'',1 \\
\lambda' &= 0.10.3,55.
\end{aligned}
$$

» Il est peut-être plus commode dans la pratique, et quand on a un grand nombre de positions à comparer, d'employer la Table III, qui donne directement les perturbations δr et δv du rayon vecteur et de la longitude, ainsi que la partie $\delta\lambda$ de la variation de la latitude, due au déplacement de l'orbite. Ayant calculé le rayon vecteur et la longitude dans l'orbite primitive, on trouve immédiatement :

$$r' = r + \delta r = 1,790\,605 - 0,000\,064 = 1,190\,541$$
$$v' = v + \delta v = 67^\circ 3' 42'',7 + 4'',4 = 67^\circ 3' 47'',1.$$

Quand on suit cette marche, qui est celle de toutes les Tables astronomiques, on calcule d'abord la latitude *avec la longitude troublée* v' et *avec la valeur primitive* θ *de la longitude du nœud*. On y ajoute ensuite la correction $\delta\lambda$. On trouve ainsi

$$\lambda' = 0^\circ 10' 1'',83 + 1'',72 = 0^\circ 10' 3'',55,$$

résultat conforme au précédent.

» Il me paraît important de faire remarquer qu'il est toujours prudent de calculer les perturbations du mouvement d'une comète, même pendant le temps de son apparition, et quoique les principales planètes en soient assez éloignées, quand on tient à donner à la détermination de ses éléments la dernière précision. Car si la variation de la longitude héliocentrique n'est, au 30 décembre, que de 4'',4, on le doit à ce que l'influence de Jupiter a balancé, en partie, celles de Vénus et de la Terre. On déduit du troisième tableau que les trois planètes ont produit respectivement dans la longitude de la comète les perturbations suivantes :

Vénus........	+ 0'',85
La Terre......	+ 10'',29
Jupiter.......	— 6'',68;

en sorte que si l'action de Jupiter eût été de même sens que les précédentes, et c'est ce qui pouvait arriver, la longitude héliocentrique eût été troublée de 17'',8.

» Enfin, le moyen mouvement s'accroît de 0'',284 depuis le 1er septembre jusqu'au 30 décembre.

Table I. — *Perturbations du demi-grand axe, du moyen mouvement diurne et de l'anomalie moyenne.*

DATES.	PERTURBAT. DU DEMI-GRAND AXE.				PERTURBAT. DU MOYEN MOUVEMENT.				PERTURBAT. DE L'ANOM. MOYENNE.			
	Terre.	Vénus.	Jupiter.	Somme.	Terre.	Vénus.	Jupiter.	Somme.	Terre.	Vénus.	Jupiter.	Somme.
					″	″	″	″	″	″	″	″
Sept. 1	0	0	0	0	0,000	−0,000	−0,000	0,000	−0,00	−0,00	0,00	− 0,00
11	− 568	36	351	− 181	0,020	−0,001	−0,012	0,007	−1,05	−0,16	0,30	− 0,91
21	−1170	22	524	− 624	0,041	−0,001	−0,018	0,022	−1,49	−0,29	0,48	− 1,30
Octob. 1	−1679	− 38	501	−1216	0,059	+0,001	−0,018	0,042	−1,32	−0,32	0,77	− 0,87
11	−2038	− 135	291	−1882	0,071	0,005	−0,010	0,066	−0,77	−0,22	1,38	+ 0,39
21	−2265	− 259	− 80	−2604	0,079	0,009	+0,003	0,091	−0,04	+0,04	2,50	2,50
31	−2405	− 399	− 575	−3379	0,084	0,014	0,020	0,118	+0,79	0,47	4,16	5,42
Nov. 10	−2496	− 543	−1150	−4189	0,087	0,019	0,040	0,146	1,70	1,05	6,39	9,14
20	−2564	− 685	−1771	−5020	0,090	0,024	0,062	0,176	2,68	1,74	9,18	13,60
30	−2626	− 814	−2406	−5846	0,092	0,028	0,084	0,204	3,74	2,51	12,45	18,70
Déc. 10	−2688	− 926	−3032	−6646	0,094	0,032	0,106	0,232	4,87	3,31	16,14	24,32
20	−2754	−1013	−3633	−7400	0,096	0,035	0,127	0,258	6,09	4,07	20,16	30,32
30	−2822	−1075	−4199	−8096	0,099	0,038	0,147	0,284	7,38	4,75	24,41	36,54

Table II. — *Perturbations de l'excentricité, des longitudes du périhélie et du nœud, et de l'inclinaison.*

DATES.	PERTURBATIONS DE L'EXCENTRICITÉ.				PERTURB. DE LA LONGIT. DU PÉRIHÉLIE.				PERT. DE L'INCL	PERT. DU NOEUD.
	Terre.	Vénus.	Jupiter.	Somme.	Terre.	Vénus.	Jupiter.	Somme.	Terre.	Terre.
					″	″	″	″	″	″
Septemb. 1	− 0	0	0	− 0	0,00	0,00	− 0,00	0,00	0,00	− 0,00
11	− 79	5	48	− 26	6,21	0,81	− 2,00	5,02	0,14	− 12,39
21	− 168	+ 1	75	− 92	11,47	1,47	− 4,17	8,77	0,32	− 21,92
Octobre. 1	− 249	− 8	79	− 178	15,56	1,96	− 6,58	10,94	0,50	− 27,93
11	− 311	− 23	60	− 274	18,63	2,24	− 9,23	11,64	0,63	− 31,12
21	− 355	− 40	24	− 371	20,92	2,30	− 12,18	11,04	0,71	− 32,61
31	− 385	− 59	− 25	− 469	22,59	2,16	− 15,35	9,40	0,76	− 33,18
Novemb. 10	− 407	− 78	− 84	− 569	23,80	1,83	− 18,64	6,99	0,78	− 33,36
20	− 425	− 95	− 147	− 667	24,65	1,36	− 22,00	4,01	0,78	− 33,41
30	− 440	− 109	− 211	− 760	25,22	0,78	− 25,32	0,68	0,78	− 33,41
Décemb. 10	− 453	− 119	− 275	− 847	25,58	0,13	− 28,49	− 2,78	0,78	− 33,40
20	− 466	− 126	− 336	− 928	25,76	− 0,52	− 31,48	− 6,24	0,78	− 33,39
30	− 479	− 128	− 394	−1001	25,80	− 1,14	− 34,22	− 9,56	0,78	− 33,39

Table III. — *Perturbations du rayon, de la longitude et de la latitude.*

DATES.		PERTURBATIONS DU RAYON.				PERTURBATIONS DE LA LONGITUDE.				PERTURBAT. de la latitude.
		Terre.	Vénus.	Jupiter.	Somme.	Terre.	Vénus.	Jupiter.	Somme.	Terre.
Septembre	1	— 0	— 0	0	— 0	0″,00	0″,00	0″,00	0″,00	0″,00
	11	— 11	— 2	5	— 8	0,01	0,07	0,06	0,14	0,05
	21	— 47	— 4	16	— 35	0,03	-0,10	0,03	0,16	0,20
Octobre.	1	— 100	— 11	37	— 74	0,22	0,19	— 0,12	0,29	0,41
	11	— 168	— 18	67	— 119	0,74	0,23	— 0,39	0,58	0,64
	21	— 244	— 27	99	— 172	1,48	0,30	— 0,74	1,04	0,85
	31	— 326	— 35	132	— 229	2,48	0,40	— 1,34	1,54	1,05
Novembre.	10	— 407	— 43	164	— 286	3,76	0,49	— 2,12	2,13	1,22
	20	— 486	— 54	192	— 348	5,04	0,57	— 2,99	2,62	1,37
	30	— 560	— 64	213	— 411	6,42	0,66	— 3,89	3,19	1,49
Décembre	10	— 632	— 74	226	— 480	7,77	0,75	— 4,85	3,67	1,58
	20	— 699	— 85	231	— 553	9,07	0,82	— 5,73	4,16	1,66
	30	— 765	— 98	221	— 642	10,29	0,85	— 6,68	4,46	1,72

CHIMIE. — *Sur un moyen d'obtenir certains métaux parfaitement purs.* (Extrait d'une Lettre de M. **E. Peligot** à M. *Dumas*.)

« L'échantillon de fer, que je vous prie de vouloir bien mettre sous les yeux de l'Académie, résulte de la décomposition du protochlorure de fer par l'hydrogène pur et sec; ce chlorure a été obtenu par la voie humide; il est, par conséquent, dépouillé du carbone que le fer du commerce renferme toujours en petite quantité.

» Le fer qui a été produit par ce procédé est dans un état de pureté qui me paraît digne de fixer un instant l'attention des chimistes et des physiciens. Il est en partie sous la forme de cristaux octaédriques très-brillants, en partie sous celle de lames flexibles et malléables; on remarque, en outre, dans une de ces lames, qui a conservé la forme du tube de verre dans lequel elle s'est produite, des filaments métalliques qui témoignent de la décomposition des vapeurs de chlorure de fer par l'hydrogène.

» Le protochlorure de manganèse n'étant pas décomposable par l'hydrogène, ainsi que j'ai pu le vérifier, le fer obtenu par ce procédé est exempt de manganèse.

» La fusibilité des chlorures offre un moyen de préparer, à l'aide de leur décomposition par l'hydrogène, les métaux en masses cristallines et homogènes. J'ai obtenu, par l'emploi de ce même procédé, le cobalt en feuilles

flexibles douées de l'éclat métallique. Cette méthode permet seule de préparer à l'état de pureté les métaux qui, comme le fer, le cobalt, le nickel, etc., sont à la fois très-oxydables et peu fusibles.

» Quoique ce moyen ne soit pas nouveau, je ne pense pas qu'on ait jamais obtenu le fer doué de tous ses caractères métalliques dans l'état de pureté que présente l'échantillon que vous voulez bien mettre sous les yeux de l'Académie. »

« M. **Dumas** fait remarquer que la facilité avec laquelle on peut obtenir des chlorures purs, soit en les faisant cristalliser, soit en les sublimant, rend très-précieux le moyen d'en extraire le métal par l'hydrogène pur. Au moment où des doutes légitimes se sont élevés sur le véritable poids atomique de quelques métaux, il est très-heureux qu'on mette à la disposition des chimistes des procédés qui fournissent des métaux parfaitement purs. Les oxydes métalliques, à raison de leur insolubilité, sont presque toujours obtenus par précipitation et à l'état amorphe, ce qui rend généralement difficile de constater leur pureté.

» On arrive donc, avec les oxydes et le charbon, à produire des métaux presque toujours carburés, et avec les oxydes et l'hydrogène, à obtenir des métaux qui retiennent toujours quelques traces des alcalis employés pour la précipitation des oxydes eux-mêmes. Ces inconvénients disparaissent avec l'emploi des chlorures. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les étoiles filantes des nuits des* 9 *et* 11 *août* 1844. (Extrait d'une Lettre de M. **Quetelet** à M. *Arago*.)

« Je m'empresse de vous transmettre quelques nouveaux renseignements au sujet des étoiles filantes du mois d'août dernier; ils vous prouveront que le phénomène dont j'ai eu l'honneur de vous parler dans ma Lettre précédente a été observé aussi en Amérique.

» Je dois ces renseignements à l'obligeance de M. Ed. Herrick. Les observations ont été faites le 9 et le 11 août, sur un des édifices publics de Newhaven dans le Connecticut, par MM. H.-C. Birdseye, F. Bradley, J.-A. Danu, J.-C. Mullikin, E. Norton, Ed. Raymond, W.-M. Smith, J.-B. Walker, W.-J. Weeks, et Ed. Herrick. Voici les résultats:

» 1844, 9 août. Le ciel était entièrement couvert jusqu'à $11^h 20^m$ du soir; à partir de cette époque jusqu'à minuit, c'est-à-dire pendant l'espace de 40 minutes, on observa 43 étoiles filantes. De minuit à 1 heure, le nombre

des météores observés fut de 88 (les $\frac{5}{8}$ du ciel étaient couverts pendant la première demi-heure, puis le $\frac{1}{4}$ seulement). Le tableau qui suit indiquera mieux la distribution des météores quant au temps et aux régions du ciel.

	Nord.	Est.	Sud.	Ouest.	Total.	
De 11 heures à minuit. . . .	13	6	6	18	43	
De minuit à 1 heure.	25	19	20	24	88	
De 1 heure à 2.	30	27	45	37	139	(Ciel couvert, $\frac{3}{8}$).
De 2 heures à 3.	38	26	14	19	97	(Ciel couvert, $\frac{1}{8}$).
	106	78	85	98	367	

» Le 11 août, le ciel était pur. Cinq observateurs explorèrent le ciel, et, pendant quelque temps, quatre seulement.

	N.-E.	S.-E.	S.-O.	N.-O.	S.	Total.
De $9^h 50^m$ à 10 heures. . . .	4	3	2	3	»	12
De 10 heures à 11.	29	18	19	18	»	84
De 11 heures à minuit. . . .	51 (*)	23	18	13	»	105
De minuit à 1 heure.	45	33	25	15	»	118
De 1 heure à 2.	47	45	30	29	»	151
De 2 heures à 3..	39	48	24	20	21	152
	215	170	118	98	21	622

» Le point d'émanation n'était point parfaitement prononcé, cependant la grande majorité des trajectoires se rencontrait près de la tête de Persée. Il est à remarquer que l'on observa cette nuit une légère aurore boréale, phénomène qui, depuis quelque temps, est devenu plus rare qu'autrefois, dans les États-Unis d'Amérique. Il résulte donc de ce qui précède que les observations de Newhaven ont donné 92 étoiles filantes par heure pendant la nuit du 9 au 10 août, et plus de 120 pendant la nuit du 11 au 12. »

M. **Arago** remarque, à l'occasion de cette Lettre, qu'à Naples, grâce à la sérénité habituelle du ciel, on avait pu également s'assurer que la nuit du 10 au 11 août avait été marquée par un accroissement notable dans le nombre des étoiles filantes.

(*) Nord par ouest à l'est.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Observations géologiques sur la constitution de quelques parties du Brésil.* (Extrait d'une Lettre de M. E. d'Osery, ingénieur au corps royal des Mines, à M. *Élie de Beaumont.*)

« Cidada de Goiaz, 24 avril 1844.

» Partis de Rio-Janeiro le 20 octobre de l'année 1843, nous ne sommes entrés dans la ville de Goiaz que dans les derniers jours du mois passé : nous avons donc mis près de six mois à faire environ 200 myriamètres, qui me paraissent représenter assez bien la longueur du chemin que nous avons parcouru.

» ..... Dans les cinq ou six points où nous nous sommes arrêtés plusieurs jours, nous avons fait des séries complètes d'observations, destinées à déterminer, aussi exactement que possible, les éléments du magnétisme terrestre : déclinaison, inclinaison et intensité.

» Nous avons tâché aussi de fixer quelques positions géographiques. Malheureusement, pendant la saison qui vient de s'écouler, et qui était celle des pluies, il nous a été bien rarement permis d'apercevoir le soleil, le temps étant continuellement couvert. Depuis un mois environ, nous jouissons d'une atmosphère plus sereine, et j'espère que la position de Goiaz (longitude et latitude) pourra être donnée par nous avec une certaine exactitude.

» Nous n'avons pas négligé de mesurer les largeurs des principales rivières que nous avons traversées, leurs vitesses de courant, et, quand nous l'avons pu, leur pente.

» Nous avons recueilli un certain nombre d'observations hygrométriques et thermométriques.

» Nous avons eu le bonheur d'amener jusqu'ici un de nos baromètres, et, par conséquent, nous pourrons présenter la série des hauteurs absolues de tous les points où nous nous sommes arrêtés, c'est-à-dire à peu près de 12 kilomètres en 12 kilomètres sur toute notre route.

» Pour ce qui est de la géologie, j'ai entrepris un travail qui pourra peut-être offrir des résultats intéressants : je fais en route un croquis du chemin, et je note sur ce croquis la nature du terrain traversé, autant qu'il m'est permis de le reconnaître par l'observation des éboulements ou des coupes de ravins et de lits de ruisseaux.

» De Rio-Janeiro à Ouro-Preto (Villarica), la route va toujours en montant. On franchit d'abord la serra d'Estrella, chaîne de montagnes qui court de l'est à l'ouest, et qui est exclusivement formée de granit : ce n'est qu'en

arrivant sur le bord de la Parahyba, de l'autre côté de la chaîne, que l'on trouve des gneiss plongeant nord-ouest de 15 à 20 degrés, gneiss qui ont été évidemment relevés par le soulèvement même de la serra. Le gneiss paraît ensuit à découvert jusqu'à la Parahybuna. Aussitôt que l'on a passé cette rivière pour entrer dans la province des Mines, on rencontre de nouveau le granit qui règne presque sans interruption jusqu'à 40 kilomètres de la ville de Barbacena. Il faut alors franchir la serra de Mantiqueira qui court du nord-est au sud-ouest, et où l'on ne voit à nu que des gneiss bien stratifiés à peu près horizontaux au sommet même, et plongeant le long des versants.

» Tout indique, en cet endroit, un désordre considérable arrivé après le dépôt du gneiss. Quant aux *campos* des environs de Barbacena, ils sont formés d'une terre rougeâtre très-argilo-ferrugineuse et qui vraisemblablement repose sur le gneiss.

» Au delà de Barbacena, on voit encore pendant quelques lieues des lambeaux de gneiss. Puis, on passe la ligne de partage des eaux qui vont au San-Francisco et de celles qui se rendent à la Plata. Alors commence un terrain qui joue un grand rôle dans la portion de la province des Mines qui avoisine Ouro-Preto et qui est composée de sidéro-christe et d'itacolumite. La serra d'Ouro-Branco, qui est à peu près à mi-chemin entre Barbacena et Ouro-Preto, est entièrement composée d'itacolumite, et c'est encore cette roche qui constitue exclusivement le pic d'Itacolumi, et la base de toute la formation comprise entre Ouro-Preto et Sabara.

» C'est dans un énorme filon de quartz, qui coupe l'itacolumite, que se trouvent les richesses aurifères de la mine de la Catta-Branca; c'est dans des phyllades et des schistes argileux superposés à cette roche, et dans le voisinage de la roche même, que sont placés les gîtes topazifères de Capaô et de Caxambu; l'amas de pyrites aurifères de Monovelho, les riches ardoises aurifères de Taquaril, enfin la formation si extraordinaire et si curieuse de Jucotingua, d'où sont sortis les lingots d'or de Gongo-Soco.

» Quant au sidéro-christe, il offre une infinité de variétés, depuis les quartzites à peine ferrifères, jusqu'à des masses presque compactes de fer oxydé pur. Il me semble même que l'itabirite, qui forme l'éruption ferrique du pic d'Itabiri, devrait être considéré comme une dégénérescence de cette roche. Quoi qu'il en soit, les masses ferrugineuses accumulées autour d'Ouro-Preto y sont si considérables, qu'elles changent tout à fait l'état du magnétisme terrestre en ce point : l'inclinaison est beaucoup plus considérable que

celle qui résulterait de la position d'Ouro-Preto par rapport à l'équateur magnétique; et la déclinaison est si anormale, que le pôle nord de l'aiguille est à plus de 50 degrés à l'est du méridien géographique.

» On trouve aussi auprès d'Ouro-Preto, et ensuite sur beaucoup d'autres points de la route de Goiaz, une roche qui me paraît toute particulière, et que les Brésiliens appellent Canga. Elle affecte la forme d'une coulée ferrugineuse fortement boursouflée : elle me paraît appartenir aux roches ignées, bien que M. d'Eschwege, et les Allemands à sa suite, aient voulu y trouver la représentation du quadersandstein. J'en ai recueilli plusieurs échantillons.

» En quittant Sabara, nous nous sommes dirigés sur le rio San-Francisco, sur la route de Petangui. C'est un *sertao* à peu près plat, mais très-élevé encore au-dessus du niveau de la mer, et où l'on ne rencontre à peu près que des schistes argileux traversés par des filons de quartzite et de diorite, et présentant quelquefois des strates très-voisins de l'itacolumite.

» Le San-Francisco coule au milieu de ces schistes, qui règnent encore pendant une grande étendue jusqu'auprès de Rio-Pelnahyba, lequel sépare la province de Minas-Geraës de la province de Goiaz. Là reparaît l'itacolumite, et au-dessous des micaschistes et des gneiss; et le Pelnahyba coule au milieu de ces dernières roches. Depuis ce point jusqu'à Goiaz, pendant près de 400 kilomètres, on ne voit plus que des gneiss, des micaschistes et des itacolumites, passant de l'un à l'autre par des degrés pour ainsi dire insensibles. Les variétés les plus voisines du gneiss sont plus près de la Pelnahyba; celles qui sont plus rapprochées de l'itacolumite augmentent en proportion à mesure que l'on approche de Gioaz.

» La serra des Pyrénées, qui passe à 30 ou 40 kilomètres au nord de Meia-ponte, est entièrement formée d'itacolumite, et l'on y trouve même d'immenses plaques de la variété flexible. La serra d'Aruda, qui court du sud-ouest au nord-est et qui passe à 12 kilomètres au sud de Goiaz, est aussi entièrement de la même qualité de roche. Celle-ci arrive jusque dans la ville même, où elle passe à une variété talqueuse, puis au talc pur, et où on la voit en contact avec des granits qui l'ont évidemment soulevée et fait ployer vers le sud.

» Je n'ai point encore observé de formation calcaire, ni l'ombre d'un fossile, dans tous les terrains que nous avons traversés. Au nord de Sabarà, vers la partie septentrionale de la province des Mines, et dans la direction de Paracatu, s'étend une vaste couche de calcaire noir, que je n'ai point été à même de voir. M. Clausen, que nous avons rencontré à Ouro-Preto, a eu l'obligeance de m'en donner quelques échantillons; il a bien voulu égale-

ment nous montrer sa collection d'animaux fossiles, qui est des plus curieuses, et qui nous a encore fait regretter davantage de ne pouvoir nous rendre à Mequinez.

» Les cavernes d'où ont été extraits ces ossements fossiles sont creusées dans le calcaire dont je viens de parler. J'ai tout lieu de croire, également, que d'autres calcaires qui règnent, me dit-on, au nord de Meiaponte et de Goiaz, et se prolongent vers les parties septentrionales de la province, se rattachent à la même formation. »

M. d'Osery donne aussi des détails sur les collections géologiques assez nombreuses qu'il a recueillies, et qui ont déjà été en partie expédiées pour l'Europe.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur l'accident du Haut-Flenu, présenté à M. le Ministre de l'intérieur du royaume de Belgique; par* M. **Jobard**, directeur du Musée de l'Industrie. *Suivi d'un nouveau mode d'essai des chaudières à vapeur, et d'une Note sur les explosions foudroyantes.*

« L'accident arrivé le 14 août 1844 à une des chaudières de la *Société des pompes* du Haut-Flenu n'est point une explosion, comme on l'entend ordinairement; ce n'est qu'une déformation de la paroi intérieure d'une grande chaudière cylindrique annulaire qui a donné lieu à un aplatissement, suivi d'une large déchirure de la tôle, et à la sortie impétueuse de toute l'eau qu'elle contenait par les deux extrémités de la chaudière, sans que l'enveloppe extérieure en ait souffert, sans qu'elle ait été ébranlée sur son siége.

» On peut se faire une idée de l'effet produit, en se représentant un canon sans culasse se déchargeant par les deux bouts. Il ne peut y avoir d'autres personnes atteintes que celles qui se trouvent dans la direction de cette double décharge. Malheureusement il s'en trouvait deux ici qui ont péri, et deux autres qui ont été atteintes.

» La chaudière à laquelle est arrivée cette hernie intérieure fait partie des six vaporisateurs destinés à faire marcher la plus grande machine d'épuisement qui ait été construite jusqu'ici sur le système de Cornouailles. Son cylindre travailleur a $2^m,45$ de diamètre et 4 mètres de hauteur; sa force moyenne est de 315 chevaux, avec l'expansion d'un tiers. Les chaudières ont $9^m,25$ de longueur, 2 mètres de diamètre; le foyer intérieur a $1^m,15$, et le tube bouilleur suspendu au centre a 65 centimètres de diamètre. L'épais-

seur de l'enveloppe extérieure est de 13 millimètres; celle de l'enveloppe intérieure de 10 millimètres. Ces chaudières présentent une grande surface de chauffe, et sont parfaitement nettoyables dans ces grandes dimensions.

» Nous avons examiné avec soin l'état de la chaudière déchirée, et nous nous sommes convaincus que la théorie de la résistance des voûtes à l'écrasement ne peut s'appliquer aux cylindres à parois minces, à moins de leur supposer des qualités que la pratique ne saurait garantir : égalité d'épaisseur, égalité de résistance, homogénéité de la matière, perfection de la forme géométrique, et, par-dessus tout, préservation de tout choc ou pression locale susceptible de déterminer l'altération de la forme cylindrique.

» Ce n'est qu'à ces conditions qu'une enveloppe métallique mince peut résister à une forte pression de dehors en dedans. Il n'en est pas de même de la pression de dedans au dehors, la résistance de l'enveloppe n'a pour bornes que la ténacité de la matière, et sa forme géométrique tend incessamment à se perfectionner par la pression. Il existe entre ces deux sortes de résistance la même différence qu'entre l'équilibre stable et l'équilibre instable.

» Déjà plusieurs accidents par écrasement sont arrivés sans qu'on se soit bien rendu compte des causes qui les amenaient, tant est grande la confiance des savants dans les lois de la théorie pure.

» L'écrasement du tube du puits de Grenelle, dont on a recherché si longtemps la raison, n'a pas eu d'autre cause. Il a suffi d'un commencement de déformation à la partie inférieure du tube pour que l'aplatissement se soit continué sur une très-grande longueur.

» L'accident de la chaudière du Haut-Flenu doit être une grande leçon pour les constructeurs; ils doivent être très-circonspects à l'endroit des tubes soumis à la pression du dehors, et se rappeler que le danger croît en raison directe du carré des diamètres, à moins qu'ils n'augmentent l'épaisseur des enveloppes jusqu'à perdre tous les avantages d'une bonne chauffe, et à tomber dans les inconvénients de la brûlure des couches trop éloignées de l'eau.

» Les chaudières à tubes et à foyers annulaires sont cependant fort avantageuses à l'économie du chauffage; ce serait un malheur de devoir les proscrire. M. Péclet, qui s'était d'abord prononcé contre ces chaudières, les recommande vivement dans son dernier *Traité de la Chaleur*. Elles sont en usage dans les Cornouailles, et celles qui fonctionnent au Mainbourg depuis dix-huit mois, et dans le pays de Liége depuis cinq ans, se comportent fort bien; mais il serait bon que les deux enveloppes fussent réunies par un certain nombre de boulons ou tirants qui les rendissent solidaires, ou par des

arcs-boutants intérieurs en fonte, car la fonte ne se met pas en fusion aussi facilement qu'on le suppose dans l'intérieur des foyers de chaudière, surtout si on l'incruste de terre à porcelaine, comme les grilles de Galy-Cazalat.

» Il faudrait en outre que toutes les chaudières dont la paroi intérieure subirait, à l'essai, la moindre déformation, fussent rejetées. Celle qui vient de se déchirer avait été essayée à l'eau froide, la veille, à 9 atmosphères, et s'était déformée de plus de 1 décimètre, en s'ovalisant précisement à l'endroit où le déchirement a commencé le lendemain après avoir été mise à feu, et après qu'elle eut travaillé pendant deux heures et demie sans être alimentée, de l'aveu du chauffeur lui-même.

» On peut supposer que la partie supérieure où le pli s'est effectué se trouvait découverte d'eau, bien que le plongeur marquât encore, dit-on. La flamme aura pu suréchauffer cette partie de la tôle émergée, et déterminer l'aplatissement commencé par la presse hydraulique, bien que la pression n'ait pas dépassé 3 atmosphères, limite du manomètre à air libre, dont le mercure n'a pas été projeté; les soupapes mêmes n'ont pas sifflé avant l'accident.

» L'examen des tôles présente deux circonstances assez singulières : dans la fracture horizontale, ce sont les rivets qui ont résisté et la tôle qui s'est déchirée à 5 centimètres de la clouure; dans la fracture verticale, c'est la ligne des rivets qui a manqué.

» A de fortes épaisseurs, les grandes plaques de tôle sont souvent feuilletées, c'est-à-dire composées de lames mal soudées, soit par la mauvaise qualité d'un fer *rouverain*, soit pour n'avoir pas été réchauffées convenablement pendant le laminage; c'est ce qui occasionne ces *loupes*, quelquefois très-nombreuses, qu'il est facile de distinguer à la *couleur* de fer calciné qu'elles conservent au milieu de la surface noire générale du foyer.

» L'air interposé entre les deux lames de tôle mal soudées se dilate par la chaleur, et fait ordinairement crever la paroi exposée au feu, parce que l'eau n'étant pas en contact immédiat avec ces parties soulevées, elles s'oxydent et se détruisent très-promptement. Souvent la lame intérieure, quoique très-mince, résiste assez longtemps; mais il est prudent de ne pas s'y fier, et nécessaire de remplacer la feuille défectueuse. Le Gouvernement devrait peut-être surveiller la fabrication des tôles, et les faire essayer aussi bien que les chaudières.

Inconvénients du système actuel d'essai.

» Tous les constructeurs et même les ingénieurs du Gouvernement sont

bien convaincus que le mode d'essai actuel des chaudières est parfaitement défectueux. L'épreuve au triple de la pression à laquelle doit travailler la chaudière tend évidemment à énerver le métal, ou à altérer la forme des bouilleurs, auxquels il suffit ensuite d'une moindre pression pour se rompre, surtout quand, après l'essai à froid, on vient avec le feu distendre la fibre du fer par la dilatation qui produit une action d'une tout autre nature sur le fer.

» Il n'est personne qui ne condamne aujourd'hui le mode d'essai par exagération, imaginé par des hommes de théorie pure, aussi bien pour les canons, les ponts, les essieux et les câbles, que pour les chaudières. Si l'on essayait les wagons et leurs ressorts à trois fois la charge qu'ils doivent porter, il en est peu qui résisteraient.

» L'épreuve au double est déjà quelque chose de plus que suffisant; il sera nécessaire de s'arrêter là. Les épreuves à outrance ont été assez souvent répétées pour que l'on soit édifié sur la résistance des matériaux de toutes les dimensions. Les temps d'école doivent avoir un terme, l'expérience de nos prédécesseurs doit nous servir à quelque chose. Il n'est pas nécessaire de satisfaire la curiosité de chaque génération de jeunes ingénieurs qui sont singulièrement enclins à répéter des essais déjà répétés cent fois sur la résistance des matériaux de l'industrie.

» Nous allons démontrer que l'essai actuel des chaudières ne vaut rien, qu'il se fait mal et qu'il peut préparer de graves accidents en poussant la désagrégation des molécules du fer jusqu'au dernier degré de sa résistance totale moins un.

» L'eau, chassée à tours de bras par une et souvent par plusieurs pompes, soulève tout à coup une soupape pesamment chargée; cette masse, en retombant sur l'eau qui remplit son logement, doit faire l'effet du bélier hydraulique et causer un ébranlement général dans la fibre du métal. C'est ce choc, dont Montgolfier n'avait pas calculé la puissance, qui s'est opposé longtemps à la construction en grand de l'ingénieux appareil qui porte son nom.

» Cette force vive, dont les effets sont insaisissables au manomètre, dépasse peut-être de plus de moitié l'épreuve exigée par la loi. Ce qui le prouve, c'est la rupture subite de six boulons qui réunissaient la paroi intérieure à la paroi extérieure d'une des chaudières du Flenu. Ces boulons en fer fort avaient 3 centimètres carrés de section, ils étaient distancés de 30 centimètres. Il n'a pas fallu moins de 72000 kilogrammes pour les briser par arrachement, et cet arrachement a été produit par les ressauts de la soupape sur son siége à 9 atmosphères de pression.

» Qui ne reconnaîtrait là l'effet du principe de Pascal, si bien appliqué

par Bramah dans sa presse hydraulique? C'est surtout contre les effets de cette force vive (qu'on pourrait appeler *force latente*, parce qu'elle ne se manifeste pas aux yeux des essayeurs de chaudières) qu'il faudrait se prémunir.

» La pompe d'injection devrait être petite et maniée très-prudemment vers la fin de l'opération. Les soupapes à ressort éloigneraient une partie du danger que nous venons de signaler, mais il serait plus prudent de condamner les soupapes et de s'en rapporter pour les essais au manomètre hyperbolique à air comprimé de l'ingénieur Delaveleye. Nous allons d'ailleurs signaler un nouveau mode d'épreuve qui éloignerait tous ces inconvénients, et qui ne saurait manquer d'être adopté dès qu'il sera connu.

» Pour donner à tout le monde une idée approximative du poids que doit supporter une chaudière de la grandeur de celles du Flenu essayée à 10 atmosphères, c'est-à-dire obligée de supporter une pression de 10 kilogrammes sur chaque centimètre de sa surface, il suffit de traduire ce calcul en convois de chemin de fer.

» Chacun sait qu'un convoi de 100 000 kilogrammes ou de 100 tonneaux est un fort convoi; eh bien, la chaudière qui vient de se rompre n'a pas supporté moins de cent convois, le jour de son essai; car elle a 100 mètres de surface à 10 000 centimètres carrés par mètre dont chacun a été chargé de 10 kilogrammes, ce qui fait en tout 10 millions de kilogrammes.

» C'est deux fois le poids du rocher de Pierre-le-Grand que cette chaudière, en supposant sa tôle développée en nappe suspendue par ses bords, a dû supporter.

» Comment un mode d'épreuve aussi violent n'a-t-il pas été réformé depuis que l'on sait calculer les effets de la presse hydraulique?

Proposition d'un nouveau mode d'essai des chaudières à vapeur.

» Nous avons pensé d'abord qu'il y aurait pleine sûreté pour les fabriques si, au lieu d'être essayées à froid au triple de la pression qu'elles doivent supporter, les chaudières étaient seulement essayées au double et à chaud. Mais on craint le danger, parce qu'on compare ce qui pourrait arriver quand toutes les soupapes sont neuves, que la chaudière est pleine, que le feu est bien conduit, que le manomètre fonctionne bien et que l'on est sur ses gardes, à ce qui arrive quand rien de tout cela n'est en ordre et que l'explosion survient à l'improviste.

» Cependant c'est un fait acquis pour nous qu'une chaudière entièrement

remplie d'eau, dont les soupapes seraient fixées, ne ferait que se déchirer sans éclater.

» L'explosion avec projection n'a lieu que pour les chaudières remplies de vapeur, et elle est d'autant plus violente qu'il y a moins d'eau et davantage de vapeur, à plus haute tension.

» Le Gouvernement pourrait ordonner un pareil essai sur deux vieilles chaudières, pour se convaincre de ce fait dont nous avons peut-être seul la certitude, par suite de nos propres expériences sur les gaz; car nous avons droit de penser que la vapeur contenue dans l'eau chaude doit se comporter comme le gaz acide carbonique contenu dans l'eau froide à la même pression. Or, une bouteille d'eau gazeuse se brise sans projection et sans bruit, tandis que pleine de gaz, à la même pression, elle produit une explosion très-forte et lance ses débris à de grandes distances.

» S'il en est de même avec la vapeur, ce dont nous ne saurions douter, le mode d'essai que nous allons proposer ne peut manquer de réussir.

Essai des chaudières par la dilatation de l'eau.

» Il suffirait, pour essayer les chaudières, de les remplir entièrement d'eau froide et de faire un petit feu dessous. Avant que l'eau ait acquis 20 à 30 degrés de chaleur, les soupapes se lèveraient, et le manomètre marquerait.

» Il ne faut pas craindre que les pertes d'eau par filtration, qui sont si nombreuses dans les essais à froid, puissent s'opposer à la marche de l'épreuve à chaud; car, dès que le fer est dégourdi et commence à se dilater par la chaleur, les petites fuites des rivures se ferment rapidement. D'ailleurs il faudrait que ces fuites fussent bien considérables pour laisser passer pendant le temps que doit durer l'essai un trentième environ de l'eau qui la remplit; car l'eau se dilate d'autant avant d'arriver à son point d'ébullition.

» Il faudrait donc qu'il se perdît pendant l'essai une si grande quantité d'eau que, dans ce cas, la chaudière ne devrait pas être reçue sans rebattage.

» Le volume d'eau devient :

à 10 degrés.....	1,0002
à 20	1,0015
à 30	1,0040
à 50	1,0122
à 80	1,0309
à 100	1,0466

c'est-à-dire qu'une chaudière remplie de 100 hectolitres d'eau devrait en perdre plus de 4 par ses soupapes avant d'arriver à l'ébullition.

» Il n'y aurait donc ni inconvénient ni danger à essayer les chaudières à chaud par la dilatation, sans qu'il fût nécessaire d'arriver à la vaporisation. Nous pensons aussi qu'on pourrait s'arrêter à 2 atmosphères au-dessus de leur travail habituel. Le manomètre portatif hyperbolique qui se construit au Musée de l'Industrie serait d'un excellent usage pour les essais de ce genre, car les divisions sont égales et même plus grandes dans les hautes que dans les basses atmosphères, contrairement aux manomètres cylindriques, et elles sont justes, puisqu'elles ont été graduées empiriquement, c'est-à-dire par expérience directe.

» On pourrait avec ce manomètre, qui semble fait exprès pour ce nouveau mode d'essai, se passer du jeu des soupapes; car nous connaissons les précautions que les fabricants emploient pour rendre les essais actuels illusoires. Le manomètre apporté par l'essayeur ne pourrait donner prise à aucune fraude de ce genre, fraudes presque excusables en présence de la rigueur inutile et dangereuse de l'ordonnance.

» Nous pensons aussi qu'il ne faudrait qu'un seul essayeur habile pour tout le royaume, car il n'y a pas de sûreté à charger de cette besogne une multitude de personnes souvent étrangères à ces sortes d'opérations, ou qui, les faisant pour la première fois, ne savent pas toujours bien calculer les différents leviers, les poids et les soupapes.

» Il faudrait, en outre, que cet ingénieur fût un praticien assez instruit pour donner de bons conseils aux fabricants et aux chauffeurs dans le cours de ses fonctions, qui pourraient être continues, car il serait bien d'essayer les chaudières tous les ans, puisqu'elles se détériorent par l'usage. Le fabricant lui-même serait charmé d'en connaître l'état, si le mode d'essai ne donnait pas lieu à de grands dérangements; or, celui que nous proposons est si facile, que pendant l'intervalle d'un repos il pourrait s'effectuer. Il suffirait de remplir la chaudière complétement, en arrêtant le feu, de visser le manomètre sur la chaudière, de refaire le feu et d'observer l'instrument; après quoi l'ouverture serait refermée par un boulon qui recevrait le poinçonnage de l'essayeur. Si les mesures que nous proposons étaient adoptées, nous pensons que les accidents deviendraient très-rares et finiraient peut-être par disparaître complétement. »

Note.

« Permettez-moi, monsieur le Ministre, d'ajouter à ce Rapport une addition au Mémoire que j'ai publié dans le *Bulletin du Musée de l'Industrie*, et fait parvenir au Ministre de la Marine de France, sur les causes des explo-

sions foudroyantes, à l'occasion de celle de Vieux-Waleffe. (Ce Mémoire se trouve inséré dans la première livraison du *Bulletin du Musée de l'Industrie*, année 1842.)

» Ce qui doit vous donner quelque confiance dans ma théorie, c'est que mon travail a reçu la sanction du comité des ingénieurs de la Marine de France, et que le Ministre m'a demandé l'autorisation de le faire imprimer pour le mettre dans les mains de tous les ingénieurs et mécaniciens des bâtiments à vapeur du Gouvernement. Je ne vous fais connaître ces particularités, monsieur le Ministre, que pour obtenir votre attention sur l'explication suivante :

» On remplit sans cesse les chaudières d'eau qui s'évapore sans cesse; mais toutes les eaux entraînent une certaine quantité de matières végétales, animales et minérales. Ces matières, ne s'évaporant pas, ne font qu'augmenter chaque jour dans la chaudière; les sels minéraux se déposent au fond, mais les matières végétales surnagent et finissent par tapisser les parois en s'y déposant par couches, toutes les fois que l'eau baisse.

» Or, quand il arrive que la pompe alimentaire ne plonge plus dans l'eau ou se dérange, l'eau s'abaisse de plus en plus dans la chaudière, la flamme atteint les parois mises à sec, et il commence à s'opérer une véritable distillation des sédiments végétaux et animaux, qui produisent du gaz hydrogène en assez grande quantité pour former un mélange explosif avec l'air atmosphérique injecté par la pompe, à défaut d'eau.

» Il ne reste plus qu'à mettre le feu à cette espèce de *grisou* pour avoir une explosion foudroyante. Or, le charbon des matières végétales distillées doit s'embraser au contact de la tôle rougie. Il n'en faut pas davantage pour mettre le feu au mélange explosif, suréchauffé lui-même sous une haute pression.

» La présence d'une vapeur, sèche comme elle doit l'être dans une chaudière rougie, ne saurait empêcher le grisou de s'allumer; peut-être même que cette vapeur raréfiée, unie au gaz hydrogène ou ammoniacal échauffé, peut donner lieu à quelque nouveau mélange explosif que la science découvrira plus tard. M. Berzelius affirme qu'un mélange explosif, dans lequel il entre du gaz hydrogène carboné, augmente considérablement la puissance de la détonation.

» D'ailleurs la plupart des matières animales et végétales sont susceptibles de devenir pyrophoriques, c'est-à-dire de s'enflammer dans de certaines conditions, comme l'a démontré le professeur Van Mons. Je considère donc comme dangereuse l'introduction dans les chaudières, de toutes les matières végétales, telles que les pommes de terre, le tan et la sciure de bois. L'argile

de l'ingénieur Chaix n'aurait pas les mêmes inconvénients, parce qu'elle ne peut produire de gaz hydrogène comme les matières végétales.

» Quand on connaît la violence des explosions de grisou à l'air libre, on peut se faire une idée de la détonation qui doit avoir lieu avec un mélange explosif comprimé à plusieurs atmosphères et porté souvent à la température de 150 à 160 degrés. Les effets de la poudre ne sauraient approcher de ceux d'un pareil agent; peut-être un jour sera-t-il employé à la guerre ou utilisé en industrie. En attendant, il faut faire tout ce qu'il est possible pour éviter sa formation dans les chaudières, et le meilleur moyen, c'est de ne jamais laisser abaisser leur niveau d'eau et de régler l'alimentation avec plus de soins qu'on ne le fait généralement.

» Bien que les causes d'explosion soient, comme les causes de maladie, fort nombreuses et fort peu connues, il n'en est pas moins vrai que l'explosion foudroyante étant la plus dangereuse de toutes, c'est de celle-là qu'il faut se préserver avec le plus de soins.

» Je crois maintenant avoir donné la meilleure explication de cette espèce particulière d'explosion, et indiqué le meilleur préservatif. Heureux si mon travail peut obtenir votre haute approbation et celle des ingénieurs instruits! »

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures et un quart. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 13; in-4°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; septembre 1844; in-8°.

Voyage autour du Monde sur la Frégate la Vénus, *pendant les années* 1836-1839, *publié par ordre du Roi, sous les auspices du Ministre de la Marine; par* M. ABEL DU PETIT-THOUARS; tome I à VII, in-8°, avec 2 livr. de planches et une carte. (Adressé par M. le Ministre de la Marine.)

Voyages de la Commission scientifique du Nord en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë, sous la direction de M. GAIMARD; 23e livr. in-fol.

Voyages en Scandinavie et en Laponie, pendant les années 1838-1840, *sur la corvette* la Recherche, *publiés par ordre du Roi, sous la direction de* M. GAIMARD. — *Météorologie.* T. Ier, 1re partie; in-8°.

Des Lésions traumatiques de la moelle de l'épine, considérées sous le rapport de leur influence sur les fonctions des organes génito-urinaires; par M. SEGALAS; broch. in-8°.

Traité de Chimie organique; par M. J. LIEBIG; édition française, revue et considérablement augmentée par l'auteur, et publiée par M. GERHARDT; t. III, in-8°.

Introduction à l'étude de la Chimie; par M. E. ROUSSEAU; in-12, in-8°.

Notice biographique sur les DÉPARCIEUX, ONCLE *et* NEVEU; *par* M. D'HOMBRES-FIRMAS; in-8°.

Cause du Mutisme chez les sourds, communément désignés sous le nom de sourds-muets; *par* M. DUBOIS fils aîné; broch. in-8°.

Avenir de la nouvelle Banlieue de Paris; broch. in-4°. Paris, 1844.

Société royale et centrale d'Agriculture. — Bulletin des séances, Compte rendu mensuel; tome IV, n° 9, in-8°.

Annales forestières; septembre 1844; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique et de Jardinage; septembre 1844; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; septembre 1844; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; septembre 1844; in-8°.

Académie royale de Bruxelles. — Recherches sur la Potasse à l'alcool et le Carbonate de potasse; par M. LOUYET; broch. in-8°.

Flora batava; 133[e] livr. in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 515; in-4°.

Lehrbuch der... *Traité de Chimie; par* M. MITSCHERLICH; 2 vol. in-8°. Berlin, 1843 et 1844.

Beitrage... *Contribution pour servir à la connaissance des Infusoires dans la mer Égée, l'Euphrate et les Bermudes, dans la partie voisine du pôle austral et dans la profondeur des mers;* 2 opuscules; *par* M. EHRENBERG. Berlin, 1844; in-8°.

Uber dreï lager... *Sur trois couches de terrains d'Infusoires dans l'Amérique du Nord; par* le même. Berlin, 1844; in-8°.

Algemene geschiedenis... *Histoire générale du Monde, depuis la création jusqu'à nos jours;* I[er] vol., 1[re], 2[e] et 3[e] part. Amsterdam, 1841-1843; et tome II, 1[re] partie; 1844; in-4°.

Risposta... *Réponse aux Questions proposées par l'Académie royale de France, relativement au Vaccin; par* M. le docteur A. CUSINO. Milan, 1843; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 39; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n[os] 112 à 114; in-fol.

L'Expérience; n° 378; in-8°.

L'Écho du Monde savant; n° 24.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 OCTOBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Beautemps-Beaupré**, en présentant à l'Académie, de la part de M. le baron **de Mackau**, Ministre de la Marine, la sixième et dernière partie du *Pilote des côtes occidentales et septentrionales de France*, s'exprime ainsi :

« Cet ouvrage, qui est dû au corps des ingénieurs hydrographes de la marine, a été commencé sous mes ordres, en 1816, dans les environs de Brest, et a été terminé, pour les travaux à la mer et sur les côtes, dans la campagne de 1838, et pour les travaux de rédaction, à la fin de l'année 1843.

» Les six atlas contiennent 21 cartes générales, 65 cartes particulières, 31 plans de format grand aigle, 15 plans de format demi-aigle, 14 plans de format quart d'aigle, 279 tableaux de vues prises sur les principaux dangers des côtes occidentales et septentrionales de France, et de 184 tableaux des hautes mers et des basses mers observées pendant la durée des vingt campagnes faites sur ces mêmes côtes.

» Bien que le temps seul puisse révéler la valeur réelle de toutes les parties d'un aussi grand ouvrage, nous dirons dès aujourd'hui que les marins

qui ont déjà fait un fréquent usage des cartes des environs de Brest et des autres parties des côtes occidentales de France se sont unanimement accordés pour en louer l'exactitude. Nous sommes heureux de pouvoir ajouter que les naufrages ont considérablement diminué de fréquence sur nos côtes de l'Océan, depuis qu'un nouveau et admirable système d'éclairage des phares y a été établi et que les cartes du *Pilote français* ont été publiées.

» Tout ce qui pouvait assurer le succès d'une aussi vaste entreprise que celle de la reconnaissance détaillée des côtes occidentales et septentrionales de France, nous a été accordé avec empressement par les divers Ministres de la Marine qui se sont succédé depuis 1816 jusqu'à ce jour; et nous avons trouvé dans les ingénieurs hydrographes, nos collaborateurs, ainsi que dans les officiers du corps de la marine militaire qui nous ont été adjoints dans neuf campagnes, un dévouement qui ne s'est jamais démenti.

» La marine a mis en supplément, sous nos ordres, savoir : en 1819 et 1820, l'aviso *le Joubert,* commandé par M. Abel-Aubert Dupetit-Thouars, aujourd'hui contre-amiral; en 1821 et 1822, l'aviso *le Joubert;* en 1824 le brick *l'Alsacienne,* et en 1825 et 1826, le brick *la Lilloise,* commandés par M. Lesaulnier de Vauhello, aujourd'hui capitaine de vaisseau; en 1837, le brick *la Bordelaise,* et en 1838, le brick *le Saumon,* commandés par M. Jéhenne, aujourd'hui capitaine de corvette.

» C'est dans les campagnes qu'ils ont faites avec les ingénieurs hydrographes, sur les côtes de France, que les officiers dont je viens de citer les noms ont acquis la pratique des remarquables travaux qu'ils ont exécutés depuis dans différentes parties du monde.

» Ce qui complète le bonheur que j'éprouve d'avoir réussi à amener à une heureuse fin un travail aussi considérable que celui dont je mets aujourd'hui les derniers résultats sous les yeux de l'Académie, c'est de n'avoir pas eu à déplorer la perte d'un seul de mes collaborateurs, par un accident de mer, dans le cours des vingt campagnes faites au milieu de l'immense quantité de dangers dont les abords de nos côtes de l'Océan sont encombrés!

» L'Académie apprendra avec intérêt que la reconnaissance des côtes méridionales de France a été faite, dans les campagnes de 1839, 1840, 1841 et 1842, par les ingénieurs hydrographes de la marine, sous la direction de l'ingénieur de première classe Monnier, qu'une mort prématurée vient d'enlever aux sciences. C'est M. Lebourguignon-Duperré, ingénieur de première classe et l'un des collaborateurs de feu M. Monnier, qui est chargé d'achever les travaux de rédaction de cet ouvrage.

» M. Bégat, ingénieur de première classe, à qui est due la partie géodésique de ce beau travail, a déjà publié le résultat de ses opérations dans un ouvrage spécial ayant pour titre :

» *Exposé des opérations géodésiques relatives aux travaux hydrographiques exécutés sur les côtes méridionales de France, sous la direction de feu* M. **Monnier**, ingénieur de première classe, officier de la Légion d'honneur.

» Je suis chargé, par M. Bégat, de prier l'Académie d'agréer l'hommage d'un exemplaire de cet ouvrage. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Suite des recherches anatomiques et physiologiques sur quelques végétaux monocotylés; par* M. DE **Mirbel**. (Second Mémoire.)

« Qu'il me soit permis d'ajouter ici quelques lignes à ce que j'ai publié précédemment sur le Dattier. Elles prépareront l'esprit du lecteur à l'intelligence de ce que je dois lui dire touchant les développements et la structure du stipe du *Dracæna*.

» M. Desfontaines, durant son voyage dans les Régences de Tunis et d'Alger, avait écrit que les filets ligneux du stipe du Dattier vont se serrant du centre à la circonférence. Esprit sage et circonspect, il s'abstint de tirer aucune conséquence sérieuse de cette observation isolée. Toutefois elle ne resta pas stérile. Un jeune phytologiste, le plus distingué des élèves de Desfontaines, et qui a laissé dans la science un nom aussi durable qu'elle, imagina de substituer à la division des végétaux phanérogames en monocotylés et dicotylés, établie par Adrien Royen, il y a aujourd'hui un peu plus d'un siècle, celles des eudogènes et des exogènes. Or, voici sur quel raisonnement l'ingénieux novateur essayait de fonder cette réforme : les filets ligneux des monocotylés, disait-il, se portent, selon Desfontaines, du centre à la circonférence; donc ils naissent au centre et vont vieillir à la circonférence, ce qui est contraire au développement des dicotylés, puisque dans ceux-ci, les couches ligneuses naissent à la circonférence et sont incessamment recouvertes à l'extérieur par de plus jeunes; d'où il suit que, plus elles sont âgées, plus elles sont rapprochées du centre. Desfontaines s'abstint de prendre part à la discussion. Il écoutait, mais n'était pas convaincu. Ses doutes n'ont fini qu'avec lui.

» Cependant il fallait résoudre le problème. Pour y parvenir, je pris des Dattiers de différents âges en pleine végétation, et me livrai à l'étude de l'or-

ganisation interne des racines, de la souche, du stipe et du bourgeon. Le résultat de ces recherches fut que j'acquis la certitude que le plus grand nombre des filets du stipe, si ce n'est la totalité, naît à la surface interne du phylophore, qu'une partie d'entre eux s'allonge et monte à peu de distance de cette surface, puis se courbe tout à coup vers la périphérie, et va joindre la base des feuilles qu'elle rencontre chemin faisant. Dans le même temps, l'autre partie des filets s'accroît en se rapprochant peu à peu de l'axe central et l'atteint; puis va plus haut s'attacher aux feuilles naissantes qui garnissent le côté opposé au point de départ. Ainsi le Dattier, tout monocotylé qu'il est, prend place parmi les exogènes en vertu de caractères non pas identiques, mais équivalents à ceux des dicotylés. En serait-il de même des autres arbres monocotylés que jusqu'à ce jour je n'ai pu me procurer? Prononcer sur cette question, en l'absence des faits matériels, serait de ma part preuve de plus de présomption que de savoir. Je me hâtai donc de chercher des exemples pour dissiper mes doutes. J'ai pris d'abord le *Dracæna draco*, puis le *Dracæna australis*.

» Si je ne me trompe, les premières recherches sur l'organisation de ces arbres monocotylés sont dues au savant Aubert Dupetit-Thouars. Selon ce phytologiste, les filets ligneux qui s'allongent dans le stipe partent, dans les *Dracæna*, non pas seulement de la base des feuilles, mais aussi de la base des spathes, des pédoncules, des enveloppes florales, des organes sexuels et des fruits. Aucun filet ne manque donc à l'appel. Telle était la doctrine que notre ancien confrère s'efforçait de propager et que j'ai combattue dès sa naissance, je dois l'avouer, plus par sentiment que par expérience. Cependant je ferai remarquer, pour ma justification, que, dès 1814, j'avais reconnu dans le *Dracæna* ce que j'appelais *une double végétation*. Le stipe, disais-je, croît en longueur par le développement des filets du centre. Cette assertion n'avait nulle valeur. Mais j'ajoutais que ce stipe croissait en épaisseur par le développement des filets de la circonférence qui composaient, par leur rapprochement, une sorte de couche ligneuse. Ainsi je croyais, dès cette époque, que le *Dracæna* pouvait, à juste titre, prendre place parmi les exogènes. Mais depuis lors, guère moins de trente ans se sont écoulés, et j'estime aujourd'hui que j'ai agi prudemment, en recommençant mes recherches, soit pour les compléter, s'il y avait lieu, soit pour les rectifier, si j'y trouvais à redire.

» J'ai donc porté de nouveau toute mon attention sur le stipe du *Dracæna*, et pour aider à l'intelligence des faits, j'ai divisé les tissus en trois

régions organiques, savoir : la corticale, l'intermédiaire et la centrale, qui, jusqu'à certain point, pouvaient être comparées à l'écorce, au bois, à la moelle des dicotylés. De ces rapprochements, je concluais qu'il était possible que les filets ligneux du stipe du *Dracæna*, de même que les couches ligneuses des troncs et des branches des arbres de nos climats, se développassent en couches concentriques du centre à la circonférence. Toutefois, je tenais compte de cette notable différence, que dans nos arbres dicotylés, les couches sont formées par des réseaux ligneux dont les mailles correspondent les unes aux autres, de manière à laisser passer les irradiations utriculaires; tandis que dans les *Dracæna* les couches, comme dans les autres monocotylés, sont composées de simples filets ligneux, plus ou moins rapprochés les uns des autres et enveloppés de tissu utriculaire. Mais, après de nouvelles observations sur plusieurs *Dracæna* d'âges différents, je pensai que c'était uniquement sur ces arbres que je devais chercher les lois qui président à leur développement, sauf plus tard à faire ressortir les points de comparaison entre les deux grandes classes des végétaux phanérogames.

» Le stipe du *Dracæna draco*, comme celui du Dattier, est à peu près cylindrique; cependant il arrive quelquefois qu'il se renfle irrégulièrement dans quelques parties de sa longueur. On sait que dans les contrées où il croît spontanément, il acquiert des dimensions colossales; son phylophore est un cône à sommet faiblement déprimé : c'est encore un trait de ressemblance avec le Dattier. Ajoutons que ses feuilles, très-rapprochées les unes des autres, sont disposées en hélice, et que lorsqu'elles viennent à se détacher, elles laissent sur le stipe, comme fait le Dattier, des cicatrices qui ne s'effacent que longtemps après. Ce stipe, ainsi que celui des autres arbres monocotylés, se termine inférieurement par une épaisse et longue excroissance qui a reçu le nom de *souche*.

» Je ne puis voir, dans la souche des arbres monocotylés, que l'équivalent de la racine pivotante des arbres dicotylés. La racine pivotante et la souche ont même origine; l'une et l'autre partent du collet de l'arbre et s'enfoncent verticalement dans le sol; l'une et l'autre donnent naissance à de nombreuses racines; l'une et l'autre représentent la radicule arrivée au dernier degré de développement. Assurément la forme extérieure, et j'ajouterai la structure interne, diffèrent à beaucoup d'égards; mais cela n'empêche pas que les deux organismes ne concourent aux mêmes fins. Ces considérations suffisent pour écarter toute objection. Rien ne s'oppose à ce que j'en dise autant des stipes des monocotylés comparés aux troncs des dicotylés.

» Après l'examen des caractères extérieurs du stipe et de la souche du *Dracæna draco,* je pris pour sujet d'étude un *Dracæna australis*. Ma surprise fut grande en reconnaissant qu'il avait deux souches au lieu d'une. J'imaginai d'abord que cela devait être le résultat d'une superfétation accidentelle; mais ayant examiné plusieurs autres jeunes *Dracæna australis,* force fut que je reconnusse que la double souche était un caractère propre à cette espèce. Il est à remarquer que dans chaque individu les deux souches ne sont pas de même force et longueur. Cette inégalité nous apprend que le développement de l'une devance toujours celui de l'autre; la plus âgée des deux est la plus robuste et la plus grande. L'une et l'autre, en raison de leur vigueur, donnent naissance à des racines plus ou moins nombreuses.

» On aperçoit à la surface des deux souches, et à distances à peu près égales les unes des autres, des épaisseurs qui simulent des anneaux. Cette apparence provient de ce que l'écorce s'est cernée, coupée et quelque peu soulevée du côté qui regarde l'extrémité inférieure de la souche. Mais je m'abstiens ici de m'étendre sur ce sujet, qui trouvera tout naturellement sa place dans les considérations physiologiques. Il n'est pas temps non plus d'appeler l'attention sur de très-jeunes sujets. De ceux-ci je parlerai quand il s'agira d'études organogéniques : pour le moment je me borne à signaler les tissus utriculaires et vasculaires parvenus à leur complet développement.

» La région externe ou corticale est tout entière composée de tissu utriculaire. La région intermédiaire offre le rapprochement d'un grand nombre de filets ligneux, quelquefois ramifiés, et ne laissant entre eux que de petits espaces remplis de tissu. La région centrale ne diffère de la précédente que parce que les filets qu'elle contient sont dans un espace donné beaucoup moins nombreux, et le tissu utriculaire beaucoup plus abondant. Pour concevoir une juste idée de ces trois différents organismes, ce n'est pas assez de ces brèves indications; il faut en donner une description aussi complète qu'il est possible. C'est ce que je vais tenter.

» La région corticale est revêtue d'un épiderme composé de granules formant, par leur union, une membrane continue. J'avais reconnu, l'année dernière, l'existence de cette structure granuleuse dans l'*Helleborus fœtidus ;* mais je dois dire que le mérite de cette découverte, qui remonte à plusieurs années, appartient à M. Adolphe Brongniart.

» Dessous l'épiderme on trouve des couches d'utricules, tantôt courtes, tantôt longues, juxtaposées côte à côte et unies bout à bout. Un peu plus avant vers le centre, les utricules qui composent les couches s'élargissent et

se rapprochent de la forme cubique. Plus avant encore, sont des séries verticales d'utricules arrondies, ou ovoïdes, ou pyriformes, les unes courtes, les autres allongées, régulières ou irrégulières. Beaucoup d'entre elles, si ce n'est toutes, m'ont offert de très-larges ouvertures circulaires ou elliptiques. Au moyen de ces percées, elles s'abouchent les unes aux autres. On ne saurait croire, si on ne l'avait vu, avec quelle précision les ouvertures se correspondent. J'ai douté d'abord qu'il y eût communication réciproque; mais à mesure que j'ai multiplié les observations, mes doutes se sont dissipés.

» A ces faits j'en joins un qui n'est pas le moins remarquable. De petites utricules, ovoïdes ou sphériques, s'abouchent entre elles de manière à former comme un cordon noueux. Jusqu'ici il n'y a rien qui doive surprendre; mais ce qui paraîtra extraordinaire, c'est que ces petites utricules sont souvent emprisonnées deux à deux dans de grandes utricules, lesquelles aussi sont abouchées entre elles. J'ai fait une bien longue étude des tissus végétaux, et je confesse que, jusqu'à ce jour, je n'avais rien vu de semblable.

» Tout n'est pas dit encore touchant l'organisation de la région corticale; elle se termine, dans sa partie qui confine à la région intermédiaire, par un tissu que j'ai nommé *générateur*. Plus tard on saura ce qui m'autorise à le qualifier ainsi. Ce tissu transparent et délicat est formé d'utricules allongées et tétraèdres, lesquelles, réunies bout à bout et appliquées face contre face, composent une suite de lames régulières semblables les unes aux autres.

» Enfin, puisqu'il s'agit de l'écorce, je ne saurais me taire sur les filets qui, venant de la région centrale, traversent horizontalement la région intermédiaire, puis pénètrent dans la région corticale, et se dirigent vers sa surface en suivant une ligne oblique ascendante pour aller joindre la base des feuilles. On conçoit que, sur la coupe transversale de cette écorce, les filets laissent des traces de leur passage. Chacun d'eux se compose d'un faisceau de trachées déroulables, contenues dans un étui de vaisseaux allongés. Partout où ces filets passent, on voit épars, à droite et à gauche, grand nombre d'utricules très-petites renfermant des faisceaux composés de courtes et fines aiguilles d'oxalate de chaux.

» Pour le moment, je n'ai rien à ajouter relativement à l'organisation de l'écorce du stipe, si ce n'est qu'elle s'étend sur la souche tout entière, telle que je viens de la décrire, sauf pourtant l'absence de filets qui vont aux feuilles, puisque la souche en est privée. Cela dit, je passe à la région intermédiaire.

» Cette région rappelle jusqu'à un certain point les couches ligneuses des

dicotylés. De nombreux filets la composent. Ils sont serrés les uns contre les autres et liés ensemble par un tissu utriculaire. Dans cette alliance, ce sont les filets qui occupent le plus de place. Ils pressent le tissu et le contraignent à s'allonger dans la direction du centre à la circonférence. Ce tissu est criblé d'une innombrable quantité de pertuis, lesquels établissent la communication de cellules à cellules. Les filets, comme on peut s'en convaincre par des coupes transversales, sont, généralement parlant, de forme ellipsoïde ou cylindrique; mais il n'est pas rare que la pression qu'ils exercent réciproquement les uns sur les autres ne modifie plus ou moins leurs formes normales.

» Que si maintenant nous voulons nous rendre un compte exact des caractères des éléments organiques qui entrent dans la composition des filets, rien n'est plus facile, à l'aide de l'anatomie et de l'observation microscopique. Chaque filet est composé en majeure partie de vaisseaux pertuisés, fendus, annelés, et de trachées tantôt simples, tantôt doubles. Ces divers vaisseaux, groupés ensemble, sont disposés de telle sorte qu'ils forment un étui dont la cavité est remplie souvent par un très-fin tissu de cellules allongées et quelquefois par des trachées.

» Je disais tout à l'heure que cette région intermédiaire rappelait à la mémoire les couches ligneuses des dicotylés. Il est un fait qui vient à l'appui de cette assertion. J'ai eu sous les yeux, j'ai dessiné la coupe transversale du stipe d'un *Dracœna*. Cette coupe m'a offert assez nettement quatre ou cinq couches épaisses de filets, superposées les unes aux autres. Ce n'était point une illusion. Ce que j'ai vu, d'autres l'ont vu comme moi, et pourraient en rendre témoignage. Cependant, je reconnais que, depuis, je n'ai eu sous les yeux rien de semblable. Ceci donnerait à penser que le fait dont il s'agit est accidentel. En effet, il se pourrait, comme il arrive quelquefois dans les arbres dicotylés, que des causes climatériques eussent occasionné cette anomalie. Mais qu'il en soit ainsi ou autrement, il n'importe, car j'ai acquis la preuve si ce n'est de la parfaite similitude, du moins de l'évidente analogie du mode de formation des couches ligneuses dans les dicotylés et les *Dracœna*. Le moment approche où je prouverai par des faits irrécusables ce que j'affirme ici. Mais avant d'aller plus loin, j'ai quelques mots à dire touchant la région centrale.

» Dans un espace donné, le nombre des filets de cette région est bien moins considérable que dans un égal espace de la région intermédiaire. Mais le tissu utriculaire de la région centrale est beaucoup plus abondant. Quant à la forme et à la disposition des filets de cette dernière région, elles offrent de notables dissemblances avec celles des filets de la région intermédiaire. Ceux-ci, très-

voisins les uns des autres, s'allongent verticalement, tandis que dans la région centrale, ils se portent indifféremment dans un sens ou dans un autre, passant de droite à gauche et revenant de gauche à droite. La plupart d'entre eux offrent dans leurs développements une singularité des plus remarquables. Ils se renflent irrégulièrement en différents points de leur longueur, et, là même, ils se plient et replient en zigzag. Je me suis demandé à quelle fin ces anomalies, et je n'ai point trouvé de réponse qui pût me satisfaire (1).

» Passons à une autre série de faits. Il ne s'agit plus des formes extérieures du *Dracœna,* ni spécialement de son anatomie. Sur ces deux points, j'ai dit tout ce qui me semblait devoir intéresser le lecteur. Il s'agit maintenant de lui faire connaître l'origine et les développements des différents organismes, travail physiologique d'un grand intérêt et sur lequel j'appelle toute son attention.

» En vue d'atteindre le but que je m'étais proposé, j'ai choisi d'abord pour objet de mes recherches un jeune *Dracœna australis*. Il avait, en totalité, 11 décimètres de long et un peu au-dessus de la jonction du stipe avec la souche, son diamètre mesurait 2 décimètres. Je l'ai coupé dans toute sa longueur en deux parties égales, de telle manière que le scalpel ne s'est pas écarté sensiblement du plan de l'axe depuis le mamelon terminal de la souche jusqu'au sommet du phylophore. Dans le dessin que je donne de ce très-jeune arbre, j'ai jugé qu'il était à propos de quadrupler ses dimensions, afin que les caractères fussent plus apparents.

» Le collet, comme chacun sait, partage transversalement le végétal, soit monocotylé, soit dicotylé, en deux parties, l'une qui descend vers le centre de la terre, l'autre qui monte vers le ciel. Cette double tendance se manifeste non-seulement à l'extérieur, mais aussi dans tout l'organisme interne. Ainsi nous voyons dans le *Dracœna,* comme nous l'avons vu dans le Dattier, la partie la plus jeune des tissus végétaux, et notamment celle qui constitue les filets, croître, s'allonger et monter jusqu'à l'extrémité du stipe, tandis que l'autre partie de ces mêmes filets croît, s'allonge et descend jusqu'à l'extrémité de la souche. C'est pourquoi le physiologiste, à l'aide du microscope, peut pour ainsi dire, d'heure en heure, constater l'accroissement, les modifications, les métamorphoses des divers organismes dans le cours de leur existence. Et remarquons que cette loi n'est pas faite uniquement pour les

---

(1) On sait que la croissance du *Dracœna* est extrêmement lente. Ne se pourrait-il pas que les replis multipliés des filets ne servissent à retarder les développements?

monocotylés ; elle s'applique aussi aux dicotylés, comme je m'en suis assuré par de nombreuses expériences; d'où il résulte que dans les deux grandes classes, les formes et les agencements, soit externes, soit internes, diffèrent, tandis que la puissance organisatrice est invariablement la même.

» Maintenant, au lieu d'un jeune *Dracœna*, prenons un sujet dans toute la force de l'âge, et divisons son stipe en deux parties égales comme nous avons fait pour le précédent. Que verrons-nous dans la constitution de chaque filet?... Je l'ai déjà dit et ne puis cependant me dispenser de le répéter. Nous y verrons des trachées simples et doubles, des vaisseaux à épaisses et fermes parois, les uns criblés de pores, les autres dans toute leur longueur, ouverts par des fentes transversales, et, finalement, tous ces éléments organiques groupés en faisceaux de consistance ligneuse. Mais bien s'en faut que les filets soient nés tout à coup tels que nous les représentons ici. Dans l'origine, à peine étaient-ils perceptibles à l'œil armé des plus puissants microscopes. Rien de ce qui existe maintenant n'existait alors. Ces formes variées, cet agencement symétrique d'organismes divers, cette solidité des parties qui fait la force de l'arbre, sont l'œuvre du temps et de la nutrition.

» Que si toutefois nous voulons prendre connaissance de ce que sont les filets ligneux, suivons-les de l'œil dans leur croissance. Il deviendra bientôt évident pour nous qu'ils se continuent précisément comme ils ont commencé. En effet, partons du collet soit pour aller joindre le sommet du phylophore, soit pour aller joindre le mamelon terminal de la souche; les filets, étant de formation de plus en plus récente, se simplifieront de plus en plus sous nos yeux. Enfin, quand ils seront tout près d'atteindre la base des feuilles, ou l'extrémité de la souche, ils s'amenuiseront en filets grêles, composés de quelques utricules unies bout à bout et à peine perceptibles. Alors il ne sera plus question de trachées, de vaisseaux fendus ou poreux, de substance ligneuse; tout se réduira pour le moment aux éléments primitifs et plastiques de l'organisation végétale, savoir, aux granules et à l'utricule naissante.

» Remarquons que, dans le stipe et la souche des jeunes *Dracœna*, les filets de la région centrale se portent incessamment vers la circonférence et contribuent à former ainsi la région intermédiaire. On aperçoit déjà, dans bon nombre de ces filets naissants, les replis en zigzag que j'ai signalés dans la région centrale. Ils ne contiennent encore ni trachées ni vaisseaux. Toute l'organisation se réduit, jusqu'à ce moment, à un très-faible tissu cellulaire.

» J'ai dit précédemment que, plus tard, je ferais connaître comment se forment sur la souche du *Dracœna* les épaisseurs que j'ai comparées à des anneaux. Le moment est venu de m'expliquer sur ce point. Toutefois je

courrais le risque de n'être pas compris si je ne faisais précéder l'examen de la question principale par l'exposition de quelques faits qui s'y rattachent et l'éclairent.

» Malpighi, dans son beau travail sur l'anatomie des plantes, publié il y a maintenant plus d'un siècle et demi, nous enseigne que la radicule des graminées est renfermée dans une bourse, laquelle s'allonge en fourreau pendant la germination. J'ai revu ce fait et beaucoup d'autres analogues. La bourse et le fourreau ne sont autres, à mon sens, que l'écorce qui s'est séparée de la partie interne de la radicule et qui continue de se développer pendant quelque temps, puis se flétrit. Anciennement j'ai donné le nom de *coléorhize* à cette enveloppe, parce qu'elle recouvre la radicule naissante. Dans les embryons monocotylés en germination, la présence d'une coléorhize n'est pas rare, mais je n'en ai jamais trouvé plusieurs sur la même radicule. Ce fourreau et la radicule qu'il renferme s'accroissent simultanément. Il s'en faut de beaucoup que les choses se passent ainsi dans la souche du *Dracæna*. C'est ce que l'observation des faits va prouver. J'aborde la question principale.

» Le mamelon qui termine la souche du *Dracæna* tend à s'allonger comme la radicule, et, de même qu'elle, il est pourvu d'une coléorhize; mais cette coléorhize, n'ayant pas en elle la puissance de développement nécessaire pour suivre le mouvement de croissance de l'extrémité de la souche qui la presse incessamment, se déchire et livre passage au mamelon terminal. Ce mamelon continue de croître. Il ne tarde pas à se revêtir d'une nouvelle coléorhize, laquelle est bientôt remplacée par une autre, et celle-ci a également des successeurs. Enfin, après un temps assez long, de distance en distance, les vestiges de toutes ces coléorhizes se montrent encore en relief sur la souche. Telle est l'origine de ces simulacres d'anneaux que j'ai signalés précédemment.

» Un grand nombre de racines longues, grêles et cylindriques sortent de la souche du *Dracæna*. L'origine de ces racines ne diffère pas sensiblement de celle de la souche du Dattier. Dans l'un et l'autre arbre, des mamelons d'un fin tissu cellulaire se forment spontanément çà et là, à l'intérieur, puis s'allongent vers la superficie et ne tardent pas à s'ouvrir un passage à travers l'écorce pour s'enfoncer dans le sol.

» Je viens à l'importante question de l'organogénie des filets, et c'est par là que je terminerai ce Mémoire. Depuis que j'ai porté mon attention sur le *Dracæna*, je me suis fort préoccupé de cette couche utriculaire mince, délicate, transparente, qui, d'un côté, tient à l'écorce, et de l'autre, à la région intermédiaire. Il me semblait qu'il devait y avoir là quelque chose qui méritait toute l'attention de l'observateur. Ce pressentiment ne m'a pas

trompé. C'est à bon droit que j'ai donné à la mince couche le nom de *tissu générateur*. L'œil, à l'aide d'un puissant microscope, ne tarde pas à découvrir çà et là, dans la partie la plus excentrique de ce tissu, de très-petits espaces vagues et nébuleux. Quelquefois aussi, dans certaines places, il semble qu'il y ait eu déformation ou même dissolution de membranes utriculaires. Là se produisent et s'accumulent confusément des granules d'une extrême petitesse. A cette espèce de chaos succèdent bientôt l'ordre et la symétrie. Les granules se meuvent, se rencontrent, s'ajustent ensemble comme si elles étaient animées, et, si je l'ose dire, bâtissent des utricules qui ne diffèrent de celles qu'on voit communément que parce que leurs parois sont mamelonnées, et il n'est pas rare que, dans cet état, ces utricules se groupent et se disposent de manière à former des filets. Peu après, les mamelons des granules s'effacent, et l'on ne voit plus rien qui distingue ces utricules des autres.

» En cet état de jeunesse des filets, il suffit qu'entre eux il y ait contact pour qu'ils s'unissent et se confondent. Très-souvent il arrive que deux et même trois filets et peut-être davantage, paraissent n'en former qu'un. Mais il est facile de s'assurer du nombre des filets soudés ensemble en les coupant en travers, parce que chacun d'eux a son canal central, lequel est rempli d'un tissu médullaire très-délicat. A mesure que les filets veillissent, les utricules, qui forment la paroi du canal, s'allongent, se mettent, par leurs extrémités, en communication directe les unes avec les autres, se criblent de pertuis, se fendent transversalement, ou bien se découpent en trachées tantôt simples, tantôt doubles. Et comme tous ces filets, que la nutrition et le temps grossissent et fortifient, accroissent la masse de la région intermédiaire qui ne peut reculer vers le centre, il s'ensuit que l'écorce s'amplifie et se porte en avant, de sorte que l'espace ne manque jamais au tissu générateur, qui reproduit incessamment de nouveaux filets, lesquels vont encore épaissir la région intermédiaire.

» Que l'on se donne la peine de comparer le mode de formation des filets ligneux des *Dracæna* à celui des couches ligneuses de nos arbres dicotylés, sans doute on y verra des différences notables; mais bien s'en faut qu'elles soient aussi absolues qu'on l'avait supposé.

» Tout ce que nous savons du *tissu générateur* nous donne à la fois l'explication de l'énorme volume et de la longévité de certains *Dracæna* des pays chauds, dont l'origine est si reculée, que nulle tradition n'en a gardé le souvenir. Soit par l'action du temps, soit peut-être aussi par la main des hommes, il se rencontre de ces arbres qui sont ouverts et creusés intérieu-

rement. Le tissu utriculaire et les filets ligneux de la région centrale ont disparu. La région mitoyenne, jointe à l'écorce, est réduite à une telle minceur, que Dupetit-Thouars n'hésite pas à la comparer à l'épaisseur d'une planche, de sorte que l'on peut dire sans exagération que ces arbres ont été vidés. Et pourtant ils ne cessent pas de végéter et de produire des rejetons jeunes et vigoureux qui donnent naissance à des feuilles, des fleurs et des fruits. A quoi donc attribuer cette merveilleuse fécondité, si ce n'est à la présence du *tissu générateur* qui travaille sans relâche à réparer les pertes de l'écorce et de la région intermédiaire?

» La conclusion de tout ceci est que les *Dracæna* sont des arbres exogènes, et je ne vois pas pourquoi j'exclurais de cette catégorie le *Phœnix dactylifera*, le *Chamærops humilis*, le *Bromelia*, et une foule d'autres monocotylés dont les filets naissent de la partie interne de l'écorce. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur l'application de la méthode logarithmique au développement des fonctions en séries, et sur les avantages que présente, dans cette application, la détermination numérique des coefficients effectuée à l'aide d'approximations successives; par* M. Augustin Cauchy.

« Dans de précédents Mémoires, j'ai fait voir avec quelle facilité la méthode logarithmique s'appliquait au développement des fonctions en séries, et, en particulier, dans les problèmes astronomiques, au développement de la fonction perturbatrice. Il convient d'abréger et de simplifier, autant que possible, les calculs résultant de ces applications. Or, j'ai reconnu que l'on parvenait effectivement à rendre ces calculs plus simples et plus concis, en déterminant par la méthode logarithmique les valeurs numériques des coefficients dans deux ou plusieurs approximations successives. Entrons, à ce sujet, dans quelques détails.

» Concevons qu'il s'agisse d'évaluer numériquement le coefficient d'une certaine puissance positive ou négative d'une exponentielle trigonométrique, dans le développement d'une fonction ordonnée suivant les puissances entières de cette exponentielle. Souvent, d'après la nature même du problème qui exige cette évaluation, on saura quel est l'ordre de décimales auquel on doit s'arrêter dans la valeur numérique cherchée. Ainsi, en particulier, si cette valeur numérique doit représenter, en Astronomie, le maximum d'une certaine perturbation du moyen mouvement d'une planète, on saura quel est l'ordre de décimales auquel on doit s'arrêter pour que l'erreur com-

mise ne dépasse pas une limite déterminée, par exemple, une seconde sexagésimale. Mais on ne saura pas à priori de quel ordre sera le chiffre le plus élevé de la valeur numérique cherchée. A la vérité, on pourra facilement obtenir une limite supérieure à cette valeur numérique, ou au nombre des chiffres significatifs à l'aide desquels elle devra être exprimée. Mais il importe de connaître exactement le nombre même de ces chiffres; en d'autres termes, il importe de savoir si le rapport de la valeur numérique cherchée à l'unité décimale de l'ordre auquel on doit s'arrêter, reste compris entre 1 et 10, ou entre 10 et 100, ou entre 100 et 1000,.... En effet, sans cette connaissance, on se trouvera exposé, par exemple, à conserver partout dans les calculs cinq ou six chiffres significatifs, tandis que deux ou trois suffiraient pour atteindre le degré d'approximation désiré, et l'on verrait ainsi le temps employé par le calculateur croître dans une proportion effrayante. On évitera cet inconvénient, si l'on détermine la valeur numérique cherchée à l'aide de deux ou de plusieurs approximations successives. Pour fixer les idées, on pourra déduire successivement de la méthode logarithmique, une valeur du coefficient demandé, qui soit approchée à quelques centièmes près, puis une valeur qui soit exacte jusqu'au chiffre décimal de l'ordre auquel on doit s'arrêter.

» Ce qu'il importe surtout de remarquer, c'est que les deux approximations successives, loin de présenter deux opérations distinctes et indépendantes l'une de l'autre, peuvent être liées entre elles, de telle sorte que la première rende la seconde beaucoup plus facile à effectuer. En effet, considérons les deux facteurs variables qui, multipliés l'un par l'autre, et par une certaine constante, doivent reproduire une fonction dont le logarithme est développé suivant les puissances entières, positives et négatives, d'une même exponentielle trigonométrique. Il suffira, pour simplifier notablement la seconde opération, de considérer chaque facteur variable comme équivalent à sa valeur approchée multipliée par un nouveau facteur. D'ailleurs, pour obtenir le logarithme développé de ce nouveau facteur, il suffira de retrancher du logarithme du premier, le logarithme de la valeur approchée, ou plutôt son développement, dont les coefficients se détermineront, avec toute l'exactitude que l'on recherche, à l'aide des équations linéaires employées dans les applications de la méthode logarithmique.

» Au reste, on ne s'étonnera pas de voir des approximations successives rendre plus facile le développement des fonctions en séries, si l'on songe que c'est précisément sur un système d'approximations effectuées l'une après l'autre, que reposent non-seulement la division arithmétique et l'ex-

traction des racines, mais encore la méthode de Newton pour la résolution des équations numériques. »

ASTRONOMIE. — *Éléments elliptiques de la comète de* 1585; *par* MM. LAUGIER *et* VICTOR MAUVAIS.

« Dans la séance du 9 septembre dernier, en présentant les éléments paraboliques de la comète découverte à l'observatoire du Collége romain, nous avons signalé l'analogie frappante que nous avions remarquée entre cette comète et celle de 1585, observée à Uranibourg par Tycho-Brahé, et à Cassel par Rothmann, depuis le 18 octobre jusqu'au 22 novembre. Halley, le premier des comètographes, avait déduit des seules observations de Tycho les éléments paraboliques qui figurent dans tous les catalogues; mais les différences entre les positions calculées dans cette parabole et les positions observées dépassent de beaucoup les erreurs probables d'observation. La constance du signe de ces différences montre qu'elles peuvent être attribuées en grande partie aux éléments. Cette considération, et la précision qui caractérise toutes les observations de Tycho-Brahé, nous autorisaient à entreprendre le calcul direct des éléments de l'orbite, sans faire aucune hypothèse sur la nature de la courbe, comme on le fait quelquefois lorsque l'on possède d'excellentes observations modernes; le résultat auquel nous sommes arrivés a pleinement justifié notre confiance.

» Après une discussion détaillée des observations qui se trouvent dans les Lettres de Tycho (TYC., *Epist.*, p. 14 et 15), et dans la *Cométographie* de Pingré (t. I, p. 551 et suiv.), nous avons choisi, pour servir de base au calcul de l'orbite, la position de la comète du 19 octobre donnée par Rothmann, celles du 30 octobre et du 22 novembre déterminées par Tycho. En appliquant la méthode de Gauss avec toute la précision qu'elle comporte, nous sommes arrivés à une courbe dont la nature est parfaitement caractérisée, à une ellipse de *cinq ans* et *deux mois* de révolution. Ce résultat remarquable nous semble mettre hors de doute l'identité des comètes de 1585 et 1844. On sait, en effet, que, pour cette dernière, M. Faye a trouvé une période de *cinq ans* et *trois mois;* l'excentricité est la même pour les deux comètes, et les autres éléments ont entre eux une grande analogie.

» Cette période de *cinq années* environ rappelle naturellement à la mémoire les comètes de 1743, 1766, 1770, 1819 et d'autres encore, qui, d'après des recherches directes, décrivent dans le même espace de temps des ellipses peu inclinées à l'écliptique.

Éléments elliptiques de l'orbite de la comète de 1585, calculés sur les observations de Tycho-Brahé *et de* Rothmann.

Temps du passage au périhélie, 1585,	octobre 8,09914	
Distance périhélie.	1,064777	
Demi-grand axe.	2,990111	
Excentricité.	0,6439006	
Mouvement moyen diurne.	686″,23916	
Durée de la révolution.	5ans,62j,27	
Longitude moyenne de l'époque. . .	13° 0′50″,3	le 19 octobre à midi moyen, temps de Paris.
Anomalie moyenne de l'époque. . .	2° 4′40″,6	
Longitude du périhélie.	10°56′ 9″,6	
Longitude du nœud ascendant. . .	38°13′10″,6	
Inclinaison.	4°34′ 8″,3	
Sens du mouvement héliocentrique.	Direct.	

Erreurs des élements. Positions calculées moins positions observées.

DATES. 1585. Style grégorien	OBSERVATEURS.	ERREURS DE L'ELLIPSE en longit.	ERREURS DE L'ELLIPSE en latitude.	ERREURS DE LA PARABOLE en longitude.	ERREURS DE LA PARABOLE en latitude.	OBSERVATIONS.
18 octobre. .	Rothmann.	+ 6′ 41″	+0′ 18″	−17′ 29″	+ 2′ 6″	
19.	Rothmann.	0. 0	0. 0	−20.37	+ 2.13	
21.	Rothmann.	+ 2. 4	−0. 7	−16. 9	+ 2.26	
24.	Rothmann.	+ 5.11 :	+2.56 :	− 5.14	+ 5.40	Douteuse.
27.	Rothmann.	− 8.54::	+2.55::	−16. 0	+ 5. 4	Très-douteuse
28.	Tycho.	+ 0.31	+1.13	− 7.18	+ 3. 6	
30.	Tycho.	− 0. 1	0. 0	− 6.23	+ 1. 7	
31.	Rothmann.	− 2. 5	−1.44	− 8. 4	− 1. 5	Très-bonne.
1 novembr.	Tycho.	+ 0.19	+0.10	− 6.34	− 0.29	
1 novembr.	Rothmann.	− 0.59	−0.50	− 7.52	− 1.29	Très-bonne.
12.	Rothmann.	− 1. 3	+1. 0	−10.53	− 1.27	
14.	Tycho.	+ 3.13	+0.24	− 5.45	− 3. 2	
14.	Rothmann.	+13.46	+0.58	+ 4.48	− 2.18	
15.	Tycho.	+ 1.34	+0.35	− 9.34	− 1.56	
16.	Tycho.	+ 0.34	−0.36	−10.59	− 3.12	
17.	Tycho.	+ 0.51	+0.12	−10.54	− 2.11	
18.	Rothmann.	+ 1.39	+3.23	−12. 0	+ 0. 7	
19.	Tycho.	0. 0	0. 0	−11.57	− 2. 2	
22.	Tycho.	+ 1.18	−4.35	−11. 7	− 5.55	

» Dans ce tableau que nous avons dressé des erreurs de nos éléments elliptiques et des éléments paraboliques de Halley, on peut remarquer combien, dans l'ellipse, les erreurs sont petites, surtout pour les positions données par Tycho. Les observations de Rothmann du 24 et du 27 octobre sont indiquées comme douteuses, celles du 31 octobre et du 1er novembre sont notées très-bonnes; l'observation du 14 novembre diffère de 10' de celle que fit Tycho-Brahé le même jour.

» La plupart des lieux de la comète sont déduits de distances à quelques étoiles principales observées avec de grands instruments divisés et armés de pinnules; M. Arago a bien voulu nous faire remarquer qu'il y avait lieu de vérifier la position de ces étoiles en partant des observations actuelles : nous nous occuperons incessamment de cette vérification. »

MÉTÉOROLOGIE. — M. **Arago** avait trouvé, il y a déjà bien des années, dans la diminution facultative des chambres barométriques, le moyen d'exécuter à la fois des baromètres étalons pour les observatoires, et des baromètres portatifs à l'usage des voyageurs, sans rien sacrifier de la précision. Cette idée fut communiquée à M. Kupfer qui le reconnut loyalement, avant de l'appliquer à la construction des baromètres employés dans les nombreuses stations météorologiques dont on publie annuellement les observations à Pétersbourg. M. Arago ayant entendu récemment des savants étrangers attribuer ces nouveaux baromètres au célèbre physicien russe, en a pris occasion de montrer à l'Académie un de ces instruments construit jadis par M. Gambey. Ce baromètre se monte et se démonte facilement. Il est tout en fer, sauf la cuvette et l'extrémité supérieure du tube; toutes ses parties sont contenues dans une boîte de peu de volume; il n'y a plus de chances de rupture, la boîte tombât-elle de la hauteur d'un cheval.

M. **de Blainville** met sous les yeux des membres de l'Académie, la tête fossile d'une grande espèce de Felis à canines falciformes, et lui demande de vouloir bien en faire l'acquisition.

Cette proposition, appuyée par M. **Flourens**, est renvoyée par M. le Président à l'examen de la Commission administrative.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur la machine hydraulique à flotteur oscillant de* M. DE CALIGNY.

(Commissaires, MM. Cordier, Poncelet, Lamé rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Cordier, Poncelet et moi, de lui faire un Rapport sur la machine hydraulique à flotteur oscillant inventée par M. de Caligny.

» Cette machine, soumise depuis longtemps au jugement de l'Académie, a déjà été l'objet d'un premier Rapport lu, le 13 janvier 1840, par M. Coriolis. Le modèle que l'auteur avait présenté, trop petit pour que l'on pût évaluer son effet utile, suffisait cependant pour confirmer la possibilité de son jeu; mais, afin d'apprécier complétement le nouveau moteur, il restait à l'étudier sur un appareil de grandeur convenable. Vos anciens Commissaires, jugeant que le moteur imaginé par M. de Caligny est basé sur une idée juste et ingénieuse, émettaient le désir que l'inventeur fût mis à même, soit par l'administration des Travaux publics, soit par le secours de l'Académie, d'établir sa machine sur une chute d'eau de la force de 1 à 2 chevaux.

» Excité par ces encouragements, M. de Caligny a fait construire à ses frais un appareil de dimensions suffisantes, qu'il a pu disposer temporairement à l'établissement des bassins de Chaillot, et sur lequel il a entrepris (conjointement avec M. Corot, ancien élève de l'École centrale des Arts et Manufactures, employé à la direction des eaux de Paris) une suite d'expériences, décrites dans son nouveau Mémoire. Nous n'avons à rendre compte que des épreuves faites en notre présence, pour apprécier directement le travail produit.

» La machine de M. de Caligny, déjà décrite par M. Coriolis, se compose d'un large tube en forme de L, qui descend du niveau d'un réservoir, et se recourbe ensuite horizontalement au fond d'un bief inférieur. L'eau y tombe par intervalles, et cette chute périodique imprime au niveau du liquide, dans la branche verticale, des oscillations qu'un flotteur d'un grand volume transmet à la machine qui les utilise. L'écoulement de l'eau est alternativement interrompu et rétabli par une vanne cylindrique, liée à un flotteur annulaire qui s'emboîte dans le tube. Quand le niveau oscillant est près d'atteindre la fin de sa course ascendante, l'anneau flotte et la vanne s'ouvre; une portion de l'eau du réservoir pénètre dans le tube et le remplit; cette

eau s'écoule ensuite, son niveau baisse, et l'anneau descend avec la vanne, qui se ferme.

» Dans l'appareil établi à Chaillot, et par l'intermédiaire d'une corde et de deux poulies de renvoi, le flotteur oscillant soulevait périodiquement, de $1^m,62$, un mouton à déclic pesant 55 kilogrammes. Connaissant la hauteur de chute, le volume d'eau écoulé et le nombre de coups de mouton obtenus avec cette dépense, il était facile d'en conclure le travail utilisé; toutefois, pour apprécier plus exactement l'effet du moteur, il eût fallu tenir compte des résistances passives du mécanisme additionnel, telles que le frottement des poulies, l'inertie du déclic, etc. En négligeant ces pertes de force, étrangères au moteur hydraulique lui-même, les épreuves faites sous nos yeux ont conduit à un effet utile de 55 pour 100.

» Nous nous empressons de reconnaître que ce résultat, obtenu sur un appareil dont la construction, dirigée avec une stricte économie, laissait beaucoup à désirer, ne doit être considéré que comme un minimum. On ne peut douter, en effet, que la machine hydraulique de M. de Caligny, employée plus avantageusement, construite avec plus de soin, et dans de nouvelles proportions, que les dernières expériences ont indiquées, ne puisse donner un effet utile notablement plus élevé.

» Nous devons dire ici que M. Coriolis attribuait une importance réelle à l'invention de M. de Caligny; car, outre le Rapport favorable qu'il a rédigé, cet illustre savant saisissait toutes les occasions d'en parler avec éloge et d'engager les ingénieurs à utiliser la machine nouvelle. C'est ce que témoignent plusieurs lettres qui nous ont été communiquées.

» D'après l'épreuve qu'elle a subie, la machine à flotteur oscillant ne paraît pas inférieure à beaucoup de moteurs hydrauliques actuellement en usage, et l'on conçoit certaines circonstances où elle devrait leur être préférée.

» En définitive, vos Commissaires ont l'honneur de vous proposer de reconnaître que la machine ingénieuse présentée par M. de Caligny peut être employée avec avantage, et de remercier l'inventeur pour les communications qu'il a faites à l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Mémoire sur l'extraction des sulfates de soude et de potasse des eaux de la mer; par* M. BALARD.

(Commission précédemment nommée.)

« L'eau de la mer a été, de la part des chimistes, l'objet de recherches nombreuses; l'importance du rôle qu'elle joue dans la physique du globe explique et justifie la direction de leurs travaux. Soit que l'on considère le liquide qui remplit le bassin des mers comme l'espèce d'eau mère de cette dissolution primitive au sein de laquelle se sont déposés nos continents, soit qu'on l'envisage comme recevant et accumulant à chaque instant ce que perd de soluble la surface du sol dont les eaux pluviales opèrent incessamment le lavage, une recherche minutieuse des principes que renferme cette eau a toujours excité mon intérêt.

» On sait que c'est à la suite d'un travail entrepris dans ce but qu'a été découvert le brome, nouveau corps simple auquel l'Académie a bien voulu donner un nom. Mais en suivant, à cette occasion, la concentration des eaux de la mer dans les salines du Midi, et en constatant la quantité énorme d'eau qui s'évapore annuellement à leur surface, je fus amené à penser qu'il y avait là une force naturelle dont on avait méconnu jusqu'alors l'importance industrielle.

» Je lisais dans Murray qu'en Angleterre l'évaporation de l'eau de la mer, exécutée en grand dans les usines, ne fournissait que peu ou point de sulfate de soude, et cependant mes expériences me faisaient espérer qu'on pourrait extraire de cette source des quantités presque indéfinies de ce produit. Wollaston nous montrait la potasse contenue dans l'eau de la mer, mais en proportions je dirai presque microscopiques, et néanmoins j'entrevoyais le moyen de multiplier assez ces quantités si exiguës, pour qu'elles pussent suffire à tous les besoins des arts; et tout cela me paraissait pouvoir être obtenu par les moyens les plus économiques, en tirant parti de simples variations de température, en utilisant des surfaces jusqu'alors sans valeur, et assainissant, par le genre même de travail auquel on les rendait propres, les localités pour lesquelles elles sont une source constante d'infection.

» Passionné, je dois en convenir, par l'importance des résultats que j'entrevoyais, je me livrai dès lors avec ardeur à la solution d'un problème qui

finit par absorber peu à peu mon temps, mes forces, je dirai presque toutes mes pensées.

» Quand on ne connaît les salines que par la description de celles de l'ouest, on se fait une idée bien imparfaite de l'étendue et de l'importance de quelques-uns de ces établissements. Il en est dans le midi de la France où la surface employée à l'évaporation s'élève jusqu'à 200 hectares. Sur ces surfaces convenablement disposées, la quantité d'eau qui s'évapore, je dirai presque sans frais, est très-considérable, et peut se déduire facilement de ces trois éléments: et de la salure de la mer, et de la surface du terrain, et de la quantité de sel récoltée dans un an.

» La saline sur laquelle j'ai fait mes essais, avec une surface de 200 hectares, produisait annuellement 20 millions de kilogrammes de sel. Or, comme l'eau évaporée ne contient guère que 25 kilogrammes de sel par mètre cube, il en résulte que, dans le courant d'une année, il s'évapore, sur la surface de cette seule saline, la quantité énorme de 800 000 mètres cubes d'eau de mer, 40 centimètres de hauteur.

» Privée, par suite de cette évaporation même, du sel marin qu'elle contenait, l'eau, en diminuant de plus en plus de volume, arrive à l'état d'eau mère. C'est là que se concentrent les matériaux que l'eau de la mer renferme en moindre proportion; parmi ces matériaux, figure aux premiers rangs le sulfate de magnésie, qui y existe en effet pour une quantité assez considérable. Ces quantités, je m'attendais, je l'avoue, à les trouver plus considérables encore d'après les données fournies à la science par les analyses de Bouillon-Lagrange et Vogel que semblait avoir confirmées une analyse plus récente de l'eau de la Méditerranée. Je reviendrai bientôt sur ce sujet; il me suffit aujourd'hui de dire que la dose de ce sulfate, en le supposant transformé en sulfate de soude, n'a jamais été, d'après mes analyses, que le $\frac{1}{7}$ environ de celle du sel marin contenu dans ces eaux, au lieu d'en être plus que le $\frac{1}{4}$, comme semblaient l'établir les travaux antérieurs.

» Quoique ainsi restreinte, cette quantité est encore considérable, et si l'on pouvait la transformer en totalité en sulfate de soude par des moyens simples, on conçoit tout l'avantage inhérent à ce genre d'exploitation, car le sulfate de soude vaut environ quinze fois plus que le sel marin lui-même. Mais la totalité du sulfate soluble que renferme l'eau de la mer ne se concentre pas dans ces eaux mères; car la mer, on le sait, contient des sels calcaires solubles qui, se déposant à l'état de sulfate de chaux dans le cours de l'évaporation, réduisent à un peu moins de $\frac{1}{8}$ le sulfate qui se concentre dans les eaux. Cette quantité, ainsi restreinte, représente cependant, pour la sa-

line de 200 hectares qui sert de base à mes calculs, 2 500 000 kilogrammes de sulfate de soude.

» La transformation de ce sulfate de magnésie en sulfate de soude, avec le concours du sel marin, me paraissait à priori très-facile à réaliser, en utilisant les faits observés par Grenn, et les renseignements précieux fournis à la science par le travail de M. Berthier, sur la saline de Moutiers.

» Mais l'expérience ne tarda pas à me détromper. La réfrigération des eaux mères des salines donne en effet, quand elle a lieu à quelques degrés au-dessous de zéro, une certaine quantité de sulfate de soude; mais, outre que cet abaissement considérable de température est rare dans le midi de la France, ce sulfate ne se dépose des eaux mères qu'en proportion si faible, que je n'aurais certes rien eu à communiquer à l'Académie sur ce sujet, si je n'étais parvenu à apprécier, par des recherches sur la solubilité des sels dans les dissolutions salines, les moyens de me passer de ces températures si basses que je ne pouvais obtenir. J'extrais du travail que je publierai plus tard sur cette matière, les quelques principes qui sont nécessaires pour l'intelligence du sujet que j'étudie aujourd'hui. Je les développe dans mon Mémoire. Je dois me borner à énoncer ici que si, lorsque deux sels diffèrent par leur acide et par leur base et qu'une double décomposition entre eux est possible, la présence d'un sel peut favoriser la solubilité d'un autre; quand ils ont, au contraire, le même acide et la même base, et que la double décomposition ne peut avoir lieu, la présence d'un sel dans une dissolution diminue au contraire la solubilité d'un autre, sauf le cas, bien entendu, où la formation d'un sel double donne naissance à un composé nouveau, doué d'affinités spéciales.

» Ainsi, pour ne citer, parmi les exemples que j'ai observés, que ceux qui se rapportent au sujet que je traite, l'hydrochlorate de magnésie nuit à la solubilité du sel, parce que c'est un hydrochlorate; à celle du sulfate de magnésie, parce que c'est un sel magnésien. Il favorise au contraire la solubilité du sulfate de soude, parce que, dans ce cas, la double décomposition s'effectue probablement. La solubilité du sulfate de soude se trouve au contraire diminuée par celle du sel marin en excès, car ce sel est, comme lui, à base de soude.

» La conclusion pratique est facile à déduire de ces principes. Puisque, d'un côté, l'hydrochlorate de magnésie nuit à la solubilité du sulfate de magnésie et du sel marin, entre lesquels la décomposition doit se produire, et qu'il favorise au contraire la solubilité du sulfate de soude que l'on veut précipiter, il faut l'éliminer. Puisque le sel marin, au contraire, nuit à la solubilité du sulfate

de soude et favorise dès lors la précipitation du produit que l'on veut isoler, il faut en ajouter.

» Extraire du sulfate de magnésie des eaux mères, éliminer le chlorure de magnésium, ajouter du sel marin en excès, voilà tout le secret.

» Ainsi préparée, cette solution complexe, qui fournit déjà du sulfate de soude à 10 degrés au-dessous de zéro, en donne à 0 degré les 0,8 de ce qu'on pourrait obtenir par une décomposition complète des sels en présence. Aussi quand, faite en été, et conservée jusqu'à l'hiver à l'abri de la pluie, elle est étendue sur les immenses cristallisoirs du salin en couche d'un décimètre de hauteur, il suffit d'une nuit pour déposer sur ces grandes surfaces quelques centimètres d'épaisseur de sulfate de soude cristallisé.

» L'eau mère est alors écoulée rapidement, car, riche en hydrochlorate de magnésie, elle redissoudrait beaucoup de sulfate si la température venait à s'élever, et des ouvriers nombreux ramassent en tas, transportent et accumulent en masse considérable le sulfate de soude ainsi récolté sur le sol.

» Lors, du reste, que le froid est rigoureux et qu'il communique aux eaux une température de quelques degrés au-dessous de zéro, ce n'est pas seulement la solution ainsi composée qui donne du sulfate de soude; l'eau de la mer, simplement concentrée à 16 ou 18 degrés du pèse-sel, fournit aussi des quantités considérables de ce produit.

» Ce sel est hydraté, mais pur; il ne contient pas de sulfate de magnésie, et l'on conçoit que, par son mode de production, il est d'ailleurs tout à fait exempt et de cet excès d'acide et de ces proportions de fer qui rendent souvent le sulfate des fabriques peu propre à certains usages.

» On me dispensera de parler ici du prix de revient de ce produit; ce que j'en ai dit prouve que, abstraction faite des frais de premier établissement, la principale dépense de son extraction consiste dans les frais d'une récolte qui n'est, en quelque sorte, qu'un déblai et un remblai ordinaires.

» Ainsi, les sulfates solubles de l'eau de la mer peuvent, comme je le disais en commençant, devenir une source extrêmement économique de sulfate de soude.

» Mais il ne faudrait pas croire que le mode d'exploitation que je décris est nécessairement borné à l'utilisation des eaux mères du sel marin, et qu'il constitue une simple annexe de cette fabrication. Dans les localités bien disposées, et où les niveaux et l'imperméabilité du terrain permettent d'évaporer l'eau de la mer aux moindres frais, l'évaporation de ces eaux peut être industriellement exécutée avec beaucoup de fruits, abstraction faite de la valeur du sel marin lui-même. Dans les salines proprement dites,

le sel marin est le principal, les eaux mères l'accessoire; ici, les eaux mères deviennent le produit important, et le sel marin un résidu presque inutile. Je dis seulement presque inutile, car dans l'exploitation du sulfate de soude, je l'ai cependant appliqué à un emploi. Ce sel devient pour moi une espèce de remblai qui, dissous par les eaux, va sans frais cristalliser sur les lieux où l'on veut qu'il se dépose, et niveler sans dépense les terrains où l'on veut opérer.

» J'en revêts en couches épaisses les surfaces où doit se déposer le sulfate de soude pendant l'hiver. Ainsi conditionnées, elles remplissent le double but, et de maintenir la dissolution qui les recouvre parfaitement saturée de sel marin, chose éminemment utile, j'ai déjà dit pourquoi, et de permettre, sur ce plancher d'une singulière espèce, de récolter du sulfate de soude débarrassé de matières terreuses, dans un état de pureté parfaite, et tel qu'on le voit ici.

» J'ai dit, il y a quelques instants, que dans une saline dont la surface d'évaporation est de 200 hectares, il devait se concentrer dans les eaux mères de quoi produire 2 500 000 kilogrammes de sulfate de soude. C'est, en effet, là le chiffre théorique en quelque sorte, déduit de la proportion du sel obtenu et de l'analyse des eaux mères par les sels barytiques; mais je dois me hâter de dire que le chiffre pratique, c'est-à-dire celui du sulfate réellement récolté, est jusqu'à présent notablement moindre. Des causes diverses, dans le détail desquelles je ne puis entrer ici, et qui s'atténuent tous les jours, font que la récolte moyenne en sulfate de soude de cette saline de 200 hectares n'a guère été jusqu'à aujourd'hui que de 600 000 kilogrammes, le quart seulement de ce qu'elle aurait dû fournir. On voit donc toute l'étendue des améliorations que doit attendre de l'avenir cette industrie à peine naissante.

» Eh bien, c'est en la prenant même dans l'état incomplet où elle se trouve aujourd'hui, qu'il m'est facile de démontrer qu'elle peut largement suffire pour donner à la France tout le sulfate dont elle a besoin; car, pour fournir les 50 millions de kilogrammes que notre pays consomme, qu'il transforme ou qu'il exporte annuellement, il suffirait d'employer à l'évaporation de l'eau de la mer 20 000 hectares, dont une portion reçoit déjà cet emploi dans les salines existantes, et dont l'autre, quoique grande sans doute, ne représente cependant qu'une fraction petite de ce que, depuis Hyères jusqu'à Perpignan, la France possède en étangs peu profonds, en plages nivelées et stériles que l'agriculture n'enlèvera que bien difficilement aux plantes maritimes dont elles sont en quelque sorte le domaine.

» En faisant la part des améliorations probables, je dirai même certaines, que cette industrie doit recevoir, cette surface peut se réduire à 5 ou 6000 hectares, dont les salines du Midi représentent déjà une moitié.

» Et, qu'on le remarque bien, dans ce compte je ne fais point intervenir les salines de l'ouest, qui verraient certainement leur revenu s'accroître par l'exploitation des eaux mères, si l'extrême division de la propriété permettait d'y faire l'application des procédés que j'ai décrits.

» Il ne faut d'ailleurs pas perdre de vue que l'emploi de l'acide chlorhydrique nécessitera toujours la fabrication d'une certaine quantité de sulfate de soude par les anciens procédés.

» Qu'il me soit permis d'ajouter d'ailleurs que les fièvres intermittentes, si fréquentes dans les localités propres à cette exploitation, sont infiniment plus rares au centre même des salines, et, de plus, qu'en faisant ainsi la part de la mer, on ferait servir les espaces où s'évaporent les eaux comme des ouvrages avancés propres à rendre plus faciles la désalaison et l'atterrissement du reste.

» Dans la fabrication du sulfate de soude naturel il faut, comme on le voit, deux conditions qui, sur les bords de la Méditerranée, paraissent opposées au premier aspect : de la chaleur en été, et du froid en hiver. Dans le Midi, le premier élément ne manque jamais; mais j'ai dû, on le conçoit, me préoccuper sérieusement du second, et chercher le moyen ou de l'augmenter par des méthodes artificielles, ou de m'en passer tout à fait.

» L'augmenter est chose facile en utilisant le froid qui accompagne la solution du sulfate de magnésie et du sel marin, et en opérant cette solution en hiver avec de l'eau refroidie, la température; s'abaissant de 5 degrés au-dessous du point qu'elle avait atteint, peut arriver au terme où le dépôt de sulfate de soude est abondant.

» Me passer tout à fait du froid était chose plus difficile; j'y suis parvenu, néanmoins, en utilisant une propriété singulière du sulfate de soude. Ce sel, on le sait, se déshydrate à chaud, au sein d'une dissolution saturée. Dans cet état naissant, il s'unit avec d'autres sulfates, celui de chaux par exemple, et de là toute la théorie du schlottage. Eh bien, le mode d'action que le sulfate de soude anhydre exerce sur le sulfate de chaux, il l'exerce sur le sulfate de magnésie, et une solution qui contient à la fois du sel marin et ce sulfate donne, par l'action de la chaleur, un véritable schlott magnésien, qui, se dédoublant par la dissolution à chaud et le refroidissement en sulfate de magnésie plus soluble, et en sulfate de soude hydraté qui cristallise, permet ainsi d'isoler ce dernier composé à l'état pur.

» Ainsi, là où la température s'abaisse suffisamment, le froid; là où le froid

ne se manifeste que d'une manière trop irrégulière, l'application du feu ; et par ces méthodes si diverses on atteint le même but, celui de transformer le sulfate de l'eau de la mer en sulfate de soude, sur le sol, sans appareils, sans fours, sans condenseurs, sans vapeurs d'acide chlorhydrique, sans l'emploi de l'acide sulfurique et du soufre, dont la composition va se trouver ainsi réduite de plus de moitié.

» Des 23 millions de kilogrammes qui s'introduisent annuellement en France, 13 millions n'ont, en effet, pour objet que de transformer en sulfate le sel marin qui sert à fabriquer la soude, et sont rejetés comme inutiles, à l'état d'oxysulfure de calcium. Si jamais les essais qui ont été tentés pour extraire du soufre de ce composé avaient un plein succès, ce soufre suffirait pleinement au reste de la consommation, et l'eau de la mer viendrait ainsi, dans l'industrie, remplacer avec avantage les solfatares de l'Etna.

» Maintenant que la fabrication de la soude artificielle est rendue si simple, et que cette grande découverte industrielle de notre siècle se trouve ainsi complétée, dire quelles seront les conséquences de l'abaissement du prix de cette matière alcaline serait chose aisée, mais complétement inutile. Ce n'est pas devant l'Académie qu'il faut faire ressortir l'augmentation de bien-être que doit apporter dans les masses l'abondance d'un produit qui, servant à la fabrication du verre, du savon, au blanchiment de nos tissus, au lavage des laines, se lie de la manière la plus intime aux premiers besoins de la vie.

» Aussi je prèfère employer les quelques instants qui me restent à prouver à l'Académie, par des chiffres et des résultats déjà obtenus, que l'eau de la mer peut fournir, presque sans frais, la totalité de la potasse que consomment certains arts.

» Dans l'impossibilité d'extraire économiquement la potasse des combinaisons inorganiques naturelles, les hommes ont, en quelque sorte, confié ce soin aux végétaux. Mais les progrès de la culture rendent tous les jours moins abondants et plus précieux ces collecteurs de potasse, qui ne nous la rendent sous la forme de cendre que quand ils sont détruits. La Russie se préoccupe de la diminution de ses bois, l'Amérique, de l'incendie de ses forêts, et l'on peut prévoir une époque où ces deux pays cesseront de fournir avec économie ces qualités de potasse auxquelles ils ont donné leurs noms.

» Mais si la potasse de la partie solide du globe commence à nous faire défaut, il n'en est pas de même de celle de la mer, qui nous en offre une mine inépuisable et d'une exploitation facile. C'est cette mine qu'on essaye d'exploiter d'une manière indirecte par la combustion des plantes marines,

et par l'extraction de la soude vareck; mais il est de beaucoup préférable d'utiliser une méthode directe, l'évaporation.

» On n'a pas oublié ces eaux mères d'où je sépare le sulfate de magnésie pour le transformer en sulfate de soude. Eh bien, dans ces eaux mères se concentre toute la potasse que renferme l'eau de la mer, quantité qui, pour l'eau de la Méditerranée, est de $\frac{1}{2000}$ environ, en la supposant toute à l'état de sulfate de potasse.

» L'évaporation de ces eaux, continuée toujours sur le sol à l'aide des seuls rayons solaires, laisse cristalliser en abondance un mélange salin d'où une simple dissolution peut extraire ce sel déjà connu des chimistes, sulfate double de potasse et de magnésie, à 6 atomes d'eau, et dont la saline de 200 hectares, sur laquelle j'ai exécuté mes essais, a fourni cette année même environ 200 000 kilogr., qui représentent 90 000 kilogrammes de sulfate de potasse pur.

» Mais cette quantité, quoique considérable, n'est elle-même que la moitié de ce que l'analyse indique dans les eaux; l'autre moitié reste dans les eaux mères: elle pourrait en être séparée par une évaporation exécutée au moyen du feu, qui la fournit à l'état de chlorure double de potassium et de magnésium. On va pourtant essayer de l'utiliser par d'autres moyens.

» Le possesseur d'une mine de sulfate d'alumine impur se procure du sulfate de potasse; il fait cristalliser et purifie son sulfate d'alumine en le transformant en alun. Le possesseur d'une mine de potasse impure doit naturellement faire l'inverse, et dans peu les mêmes tables salantes où se sont déposés successivement du sel, du sulfate de magnésie, du sulfate de potasse, du sulfate de soude, vont se recouvrir d'alun.

» Maintenant, du sulfate de potasse extrait des eaux de la mer en grandes proportions, il est facile de passer au carbonate de potasse par les mêmes procédés qui servent à la fabrication de la soude factice, et le procédé est déjà exploité en grand dans les Vosges; aussi dans peu, j'en ai l'assurance, la fabrication de la potasse artificielle marchera parallèlement avec celle de la soude, et remplacera dans l'obtention du salpêtre, de l'alun, du verre, un produit dont la disparition graduelle commençait à inquiéter plusieurs industries.

» La potasse que la France consomme à l'état de sels divers, évaluée en sulfate de potasse, dépasse à peine 5 millions de kilogrammes. Or, puisque 200 hectares peuvent en fournir 180 000, il faudrait, pour en obtenir 5 millions, consacrer à l'évaporation de l'eau de la mer 5 à 6000 hectares au plus; on voit donc que le jour où la France suffira à sa censommation de sulfate de soude par du sulfate naturel, elle produira quatre fois plus de potasse qu'elle n'en

consomme elle-même, et que, les rôles étant ainsi changés, elle pourra bien en exporter en Russie et jusqu'en Amérique.

» Ce jour n'est, du reste, peut-être pas éloigné : quelques grands propriétaires de salines du Midi, après avoir expérimenté ces procédés nouveaux sur la saline de 200 hectares dont j'ai parlé, avec une lenteur, une prudence que je suis loin de blâmer, n'ont pas craint d'avancer des sommes considérables pour les mettre en pratique sur une surface de 2000 hectares, qui a déjà commencé à fonctionner un peu cette année, et qui sera en pleine activité l'été prochain.

» L'Académie jugera, je l'espère, d'après cette étendue, que ce n'est pas d'espérances plus ou moins légitimes, de tâtonnements plus ou moins heureux, que je viens l'entretenir ici, mais d'une industrie nouvelle qui, à peine naissante, grandit rapidement et commence déjà à porter ses fruits.

» Mais tout cela a exigé de ma part, qu'il me soit permis de le dire, une grande persévérance et un temps bien long qui est loin cependant de me sembler perdu.

» La science ne me paraît pas avoir seulement pour mission de satisfaire chez l'homme ce besoin de tout connaître, de tout approfondir, qui caractérise la plus noble de ses facultés ; elle en a aussi une autre, moins brillante sans doute, mais peut-être plus morale, je dirai presque plus sainte, qui consiste à coordonner les forces de la nature pour augmenter la production, et rapprocher les hommes de l'égalité par l'universalité du bien-être. J'ai cru qu'en la faisant servir à créer, à perfectionner cette industrie nouvelle, je ne déviais pas pour cela de la voie que j'avais suivie jusqu'alors. Rentré maintenant et pour toujours dans ces études de science pure vers lesquelles me portent mes goûts, je ne regrette pas, je l'avoue, le temps que cette industrie m'a employé. En absence complète de préoccupations d'un certain ordre, en moyens matériels de travail, en loisirs consacrés à la science, elle me rendra, je l'espère, plus qu'elle ne m'a coûté.

» Quant à la prospérité de notre pays, les chiffres suivants, par lesquels je demande à l'Académie la permission de terminer ce rapide exposé, montreront, je l'espère, ce qu'elle a à y gagner.

» La fabrication du sulfate de soude coûte à la France, en soufre et en salpêtre, 2 millions de francs environ : elle ne les dépensera plus.

» Elle reçoit annuellement plus de trois millions de potasse : elle ne les recevra plus.

» Il y a quelques années qu'un renchérissement artificiel et exagéré du

prix des soufres menaça de devenir, en Europe, une calamité industrielle: cette crise commerciale ne se reproduira plus.

» La soude et la potasse provenant de l'eau de mer, sans y compter même ce que la France pourra exporter, entreront dans les transactions commerciales intérieures pour une valeur de 8 à 10 millions de francs, qui, fournis par ces pays en apparence déshérités, leur rendront ainsi une partie de cette prospérité que la nature semblait leur avoir refusée. »

CORRESPONDANCE (1).

M. **Ch. Dupin** présente, au nom de l'auteur, M. **Fourcault**, un ouvrage ayant pour titre : *Causes générales des maladies chroniques, spécialement de la phthisie pulmonaire.* (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

M. **Al. Brongniart** présente, au nom de l'auteur, M. **Catullo**, deux ouvrages et divers opuscules concernant la *géologie des provinces vénitiennes.*

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie deux *portraits photographiques* obtenus par M. **Thiesson**, au moyen du procédé qui lui est propre.

M. **Charié** écrit que le 9 septembre, le même jour où un roulement continu de tonnerre a été entendu à Paris (*voir* la Lettre de M. *Peltier, Compte rendu* de la séance du 9 septembre, p. 527), il a observé un roulement tout semblable à Corbigny, département de la Nièvre.

MM. **Grouvelle** et **Mouchod**, à l'occasion d'une Lettre récente de M. *Aribert* sur les *fours à circulation d'air chaud,* annoncent l'envoi prochain d'un travail sur les perfectionnements qu'ils ont apportés à ces sortes d'appareil, dont l'invention première remonte à *Rumford.*

M. **Vallot** adresse quelques détails sur les habitudes de la larve de la *Phalène monoglyphe* et sur les *dommages qu'elle cause à la vigne.*

M. **Passot** adresse une réclamation contre le Rapport fait dans la séance du 23 septembre 1844, sur un Mémoire présenté par lui.

---

(1) Toutes les pièces de la Correspondance, y compris le dépôt des paquets cachetés, appartiennent à la séance du 30 septembre, et n'avaient pu, faute de temps, être communiquées à cette séance.

M. le **Président** fait remarquer que l'Académie ne peut entendre ces récriminations contre les auteurs d'un Rapport dont elle a adopté les conclusions.

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets cachetés, adressés par M. **Faure** et par M. **Ausias Turenne** à la séance du 30 septembre.

La séance est levée à 5 heures un quart. A.

ERRATA.

(Séance du 9 septembre 1844.)

Page 527, ligne 8, *au lieu de* le 9 septembre, *lisez* le 8 septembre.

(Séance du 30 septembre 1844.)

Page 621, ligne 5, *au lieu de* présidence de M. Serres, *lisez* présidence de M. Charles Dupin.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 14; in-4°.

Pilote français, 6e partie, *comprenant les côtes septentrionales de France, depuis les roches de Porsal jusqu'au phare des Heaux de Brehat, levées en* 1837 *et* 1838 *par les ingénieurs hydrographes de la marine, sous les ordres de* M. Beautemps-Beaupré; publié par ordre du Roi; 1843; 57 feuilles format atlas.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. Gay-Lussac, Arago, Chevreul, Dumas, Pelouze, Boussingault *et* Regnault; 3e série, tome XII, octobre 1844; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; par MM. Pariset, Dubois, Bousquet; septembre 1844; in-4°.

Exposé des Opérations géodésiques relatives aux Travaux hydrographiques exécutés sur les côtes méridionales de France, sous la direction de feu M. Monnier; *par* M. Bégat; publié par ordre du Roi. Imprimerie royale, 1844; in-4°.

Annales maritimes et coloniales; par MM. Bajot *et* Poirée; septembre 1844; in-8°.

Histoire naturelle des îles Canaries; par MM. Webb *et* Berthelot; 76e livr.; in-4°.

Causes générales des maladies chroniques, spécialement de la Phthisie pulmonaire, et moyens de prévenir le développement de ces affections ; par M. FOURCAULT ; 1 vol. in-8°.

Types de chaque famille et des principaux genres des Plantes croissant spontanément en France; par M. PLÉE; 12e livr.; in-4°.

Dangers des Inhumations précipitées; exemples, tant anciens que récents, de personnes enterrées ou disséquées de leur vivant; par M. LE GUERN; 6e édition; in-8°.

Revue zoologique; par la Société cuviérienne; n° 9; in-8°.

Annales de Thérapeutique médicale et chirurgicale, et de Toxicologie; octobre 1844; in-8°.

Encyclographie médicale; tome V, feuilles 32 à 37; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; octobre 1844; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; octobre 1844; in-8°.

Le Technologiste; octobre 1844; in-8°.

La Clinique vétérinaire; octobre 1844; in-8°.

Journal de Médecine; octobre 1844; in-8°.

Memoirs and... *Mémoires et Procès-verbaux des séances de la Société chimique;* partie 9.

Trattato. — *Traité sur la constitution géognostico-physique des terrains alluviens ou post-diluviens des provinces vénitiennes; par* M. T.-A. CATULLO; nouvelle édition. Padoue, 1844; in-8°.

Sulle Caverne... *Sur les Cavernes des provinces vénitiennes; par* le même. Venise, 1844; in-4° (avec quatre autres opuscules du même auteur sur des questions de Géologie).

Teorica... *Théorie de la formation des Recensements; par* M. A. EMELIANI. Bologne, 1844; in-4°.

Sulla... *Mémoire sur la grande Comète apparue en mars* 1843; *par* M. S. CALANDRELLI. Rome, 1844; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 39; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 115 à 117; in-fol.

L'Expérience; n° 379; in-8°.

L'Écho du Monde savant; nos 25 et 26.



OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — SEPTEMBRE 1844.

9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT ~~DU~~ CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	MAXIMA.	MINIMA		
66,34	+17,4		765,71	+21,0		764,81	+22,2		764,74	+17,0		+22,5	+10,0	Beau	E.
63,40	+17,9		762,08	+21,3		760,43	+22,6		759,08	+17,2		+23,0	+13,2	Beau	E. N. E.
55,80	+16,9		754,60	+19,7		753,45	+21,0		753,75	+17,2		+21,4	+12,5	Beau	N. E.
52,28	+17,4		752,06	+21,0		751,63	+22,0		752,05	+17,9		+22,9	+14,8	Nuageux	N. E.
50,93	+18,4		750,94	+22,8		751,20	+22,6		753,39	+16,8		+24,0	+13,1	Nuageux	S. E.
56,55	+18,9		756,48	+21,5		756,39	+23,2		757,28	+17,3		+24,0	+14,2	Très-nuageux	S. S. E.
56,97	+21,5		756,90	+25,0		756,28	+26,1		756,04	+21,0		+27,0	+15,0	Beau	S. O.
53,20	+22,8		752,05	+26,4		750,35	+26,1		750,00	+18,7		+27,8	+15,3	Nuageux	S. O.
50,64	+18,6		751,16	+20,9		751,42	+18,1		752,43	+15,0		+22,5	+14,6	Très-nuageux	S. O.
54,59	+17,1		754,57	+21,1		753,83	+21,5		755,25	+15,6		+22,0	+12,5	Quelques nuages	S. O.
56,39	+14,8		755,74	+17,8		754,98	+19,8		755,78	+16,4		+20,9	+13,0	Couvert	E.
57,74	+15,1		758,05	+16,8		758,43	+17,8		760,28	+15,2		+18,2	+12,0	Couvert	N. faible.
62,30	+14,5		761,92	+18,6		761,56	+17,4		761,81	+14,6		+19,8	+12,0	Couvert	S. O.
61,68	+15,5		761,05	+19,6		760,38	+20,1		760,70	+14,2		+21,0	+12,2	Nuageux	S. S. O.
60,29	+17,6		759,40	+22,4		758,29	+22,4		757,67	+19,2		+24,5	+11,0	Beau	S.
57,74	+20,0		757,20	+21,8		756,48	+20,9		755,98	+17,2		+23,2	+18,3	Couvert	S.
53,60	+18,6		752,89	+20,8		751,33	+22,2		751,59	+16,0		+22,4	+16,0	Quelques éclaircies	O.
52,81	+16,1		752,90	+18,8		752,41	+20,8		753,98	+15,8		+21,9	+14,4	Nuageux	O.
53,46	+12,5		753,38	+13,4		753,14	+12,9		754,53	+12,2		+13,5	+12,0	Couvert	N. N. E.
56,60	+12,5		756,57	+14,8		755,89	+16,1		755,46	+13,0		+16,7	+ 7,0	Nuageux	E. N. E.
55,31	+13,7		755,29	+16,4		754,50	+16,7		754,72	+13,8		+17,0	+11,5	Très-nuageux	E. N. E.
53,03	+11,1		752,09	+13,4		751,40	+14,2		750,58	+11,0		+14,5	+10,5	Couvert	N. E.
43,32	+10,4		744,35	+ 9,5		746,12	+ 9,6		749,50	+ 9,8		+10,7	+ 9,8	Pluie	O. N. O.
53,27	+11,7		754,26	+13,4		754,70	+15,5		756,85	+12,2		+15,9	+ 9,5	Couvert	O. S. O.
758,47	+11,5		758,61	+13,9		759,43	+14,5		760,97	+11,9		+15,0	+ 9,5	Couvert	N. E.
762,25	+12,2		761,97	+15,4		761,19	+16,8		761,41	+12,9		+17,1	+ 8,0	Beau	E. N. E.
760,87	+12,8		760,45	+17,1		759,38	+19,2		759,56	+15,2		+19,5	+ 8,5	Beau	N. N. E.
757,93	+13,8		756,71	+19,1		755,10	+21,0		753,59	+15,4		+21,0	+10,0	Beau	N. N. E.
754,05	+12,6		755,90	+12,7		756,52	+13,4		759,53	+12,4		+13,4	+11,0	Pluie	N. O.
764,74	+11,2		764,62	+13,2		764,42	+13,4		764,13	+10,0		+13,8	+ 9,5	Très-nuageux	E. N. E.
756,07	+18,7		755,65	+22,1		754,98	+22,6		755,40	+17,4		+23,7	+13,5	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centimètres.
757,26	+15,7		756,91	+18,5		756,29	+19,0		756,78	+15,4		+20,2	+12,8	... Moy. du 11 au 20	Cour.. 9,292
756,32	+12,1		756,42	+14,4		756,28	+15,4		757,08	+12,5		+15,8	+ 9,8	... Moy. du 21 au 30	Terr.. 7,908
756,55	+15,5		756,33	+18,3		755,85	+19,0		756,42	+15,1		+19,9	+12,0	... Moyenne du mois......	+ 16°,0

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 OCTOBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. le **Président** annonce à l'Académie que M. le comte **Cancrin**, Ministre des Finances de S. M. l'Empereur de Russie, assiste à la séance. Il rappelle les services éminents rendus aux sciences par cet homme d'État, qui a favorisé puissamment les moyens de faire avec suite et précision des observations de météorologie dans diverses provinces, et qui a fait exécuter une détermination comparative très-importante des poids et des mesures pour les diverses provinces de l'Empire et de l'Orient. »

CHIMIE OPTIQUE. — *Communication d'une Note de* M. Mitscherlich *par* M. **Biot**.

« M. Mitscherlich m'a prié de communiquer en son nom, à l'Académie, le résultat d'une très-belle expérience qu'il a faite, et qu'il m'a donné les moyens de répéter : voici en quoi elle consiste.

» On savait que l'acide tartrique possède le pouvoir rotatoire et le communique à toutes ses combinaisons salines, avec des modifications qui affectent seulement l'énergie absolue de l'action, et la loi des dispersions éprouvées par

les plans de polarisation des différents rayons simples. L'acide paratartrique, au contraire, quoique ayant la même composition pondérale, ne possède pas ce pouvoir, et ne le communique à aucune de ses combinaisons salines.

» M. Mitscherlich s'est proposé d'examiner si cette opposition se maintiendrait dans des circonstances où les deux corps comparés seraient semblables, non-seulement par la composition chimique, mais encore par la forme cristalline et les propriétés physiques. Il a trouvé ces conditions réunies, avec une remarquable identité, dans les sels doubles formés par les deux acides avec la soude et l'ammoniaque. Les résultats que ces deux corps lui ont présentés sont décrits par lui-même dans la Note suivante :

Note de M. Mitscherlich.

« Le paratartrate et le tartrate (doubles) de soude et d'ammoniaque ont » la même composition chimique, la même forme cristalline, avec les mê- » mes angles, le même poids spécifique, la même double réfraction, et par » conséquent les mêmes angles entre les axes optiques. Dissous dans l'eau, » leur réfraction est la même. Mais le tartrate dissous tourne le plan de la » lumière polarisée, et le paratartrate est indifférent, comme M. Biot l'a » trouvé pour toute la série de ces deux genres de sels; mais ici la nature et » le nombre des atomes, leur arrangement et leurs distances, sont les mêmes » dans les deux corps comparés.

» Mitscherlich. »

» J'ai répété avec soin l'expérience de M. Mitscherlich sur des échantillons cristallisés de son paratartrate qu'il m'avait remis. Une solution dosée de ce sel a été observée à travers un tube de 517 millimètres de longueur. Elle n'a présenté absolument aucune trace de pouvoir rotatoire. Je n'ai pas eu l'occasion de mesurer celui du tartrate correspondant. Mais, pour faire apprécier l'ordre de grandeur de ces différences, et combien elles sont manifestes, je dirai qu'une solution de tartrate sodique simple, d'égal dosage, observée dans les mêmes circonstances, aurait produit sur le plan de polarisation de la lumière jaune, une déviation de 28 degrés, accompagnée de couleurs très-vives dans les deux images. J'établis ce résultat en note, d'après des expériences publiées dans le tome XVI des *Mémoires de l'Académie*, et j'indique à cette occasion quelques précautions pratiques à l'aide desquelles on peut découvrir avec sûreté, même les plus faibles traces d'actions rotatoires.

» Indépendamment de l'épreuve optique, qu'il avait faite lui-même antérieurement, M. Mitscherlich avait désiré que l'on essayât, par les procédés

chimiques, si la solution ne présenterait pas quelques indices de tartrate, qui aurait pu se former par un mouvement intestin, dans les cristaux du paratartrate, lequel était confectionné depuis plus de six mois. L'inverse aurait peut-être été plus vraisemblable. Cependant M. Regnault a fait cet essai par le procédé habituel. Une solution de chlorure de calcium bien pur a d'abord été employée pour séparer tout l'acide paratartrique, en le précipitant à l'état de paratartrate de chaux, que l'on a retiré par le filtre. Puis, après avoir constaté que la portion filtrée ne donnait plus aucun précipité par le chlorure, on y a versé de l'ammoniaque exempt de carbonate, qui aurait déterminé une précipitation de tartrate de chaux s'il s'était trouvé de l'acide tartrique dans la liqueur. Mais il n'y a pas eu la moindre apparence de précipité. Le paratartrate était donc complétement exempt de tartrate, comme la nullité absolue de son pouvoir rotatoire en donnait d'ailleurs la preuve directe. Ainsi l'opposition réalisée dans la curieuse expérience de M. Mitscherlich est exactement telle qu'il l'annonce, et elle offre assurément un fait bien digne d'intérêt.

» Dans la dernière phrase de sa Note, M. Mitscherlich dit que *la nature, le nombre, l'arrangement et la distance des atomes sont les mêmes dans les deux sels qu'il a comparés.* Il conçoit sans doute ici ces atomes dans la signification habituelle que leur donnent les chimistes, comme représentés, au moins proportionnellement, par les équivalents chimiques des divers principes combinés. Les caractères d'identité qu'il leur attribue ainsi dans les deux sels sont conformes aux opinions généralement admises aujourd'hui en chimie. Mais, malgré la grande autorité que ces idées me paraissent recevoir ici de son assentiment, ou plutôt à cause de l'importance qu'elles tirent de cette autorité même, j'oserai dire, contrairement au sentiment général, que les résultats de l'analyse chimique ne peuvent donner aucune indication sur le mode d'arrangement, non plus que sur le nombre ou la distance relative des corpuscules réellement atomiques qui constituent les corps, parce que les conditions qu'on en infère sur ces particularités, dérivent d'une extension inexactement donnée à la notion des masses sensibles, que la chimie reconnaît comme équivalentes dans la généralité des réactions. Si l'on remonte aux expériences par lesquelles on détermine les rapports de ces masses entre elles, ou ce qu'on appelle *les poids atomiques,* on s'assurera aisément que l'équivalence qu'on y découvre, et par laquelle on les caractérise, s'applique toujours à des effets mécaniques très-complexes, à des résultantes d'action exercées, non par les molécules constituantes individuelles, mais par des systèmes matériels excessivement multiples, dans lesquels ces molécules entrent en quantité innombrable, et dans des positions relatives infiniment

diversifiées; de sorte que les phénomènes ainsi opérés, loin de déceler leurs qualités individuelles, manifestent seulement celles d'un ensemble où cette individualité doit s'affaiblir par confusion, sinon entièrement disparaître. De tels phénomènes ne donnent donc aucune notion qu'on puisse légitimement appliquer aux molécules composantes considérées isolément, en elles-mêmes, pour leur constitution propre, indépendante de leur mode d'agrégation fortuit. Ainsi, toutes les conséquences que l'on voudrait en déduire sur les qualités ou la répartition de ces molécules dans les masses sensibles, comme la généralité des chimistes le fait de nos jours, seraient absolument hypothétiques, et sans fondement même vraisemblable. Les propriétés physiques résultantes de l'agrégation de ces masses, comme les vibrations sonorifiques, les formes cristallines et la double réfraction, ne fournissent pas davantage des caractères moléculaires, ou du moins on ne les en a pas, jusqu'à présent, mécaniquement déduits; et il semble bien difficile qu'on puisse les tirer de phénomènes aussi complexes. La pesanteur, quoiqu'elle agisse moléculairement, ne saurait non plus nous en fournir, par sa généralité même, puisqu'elle s'exerce, avec une égale énergie, sur les éléments matériels de toute nature, de quelque manière qu'ils soient constitués et agrégés. Les phénomènes capillaires, et ceux de la réfraction ordinaire même, n'ont été, jusqu'à présent, observés et calculés que pour des unités de masse composées d'éléments matériels innombrables, dont la constitution propre n'est point définie; et peut-être cette constitution n'y intervient-elle que dans une résultante mécanique complexe, si même elle n'y devient pas essentiellement insensible par compensation. Les seuls phénomènes dont l'observation et les mesures puissent être légitimement rapportées aux groupes moléculaires constituants eux-mêmes, me semblent donc, dans l'état actuel de nos connaissances, consister *uniquement* dans les déviations qu'un grand nombre de substances, toutes à la vérité d'origine organique, impriment aux plans de polarisation des rayons lumineux, indépendamment de leur état d'agrégation fortuit; pourvu qu'il ne soit pas de nature à développer des actions optiques capables de rendre celles-là insensibles par leur intervention trop puissante. Car, lorsqu'on a observé ces phénomènes à travers des épaisseurs finies de ces substances, dont les éléments soient à l'état de liquidité, ou dans un état d'agrégation tout à fait confus, si l'on réduit la déviation totale à ce qu'elle serait dans les mêmes conditions de température, pour la même substance active considérée isolément, agissant sur un même rayon simple, à travers une unité finie d'épaisseur et sous une densité idéale égale à l'unité, on peut prouver mathématiquement que le produit numérique ainsi obtenu

est proportionnel à la moyenne des déviations qu'une particule moléculaire *unique* imprimerait au plan de polarisation du rayon lumineux pris pour type, si elle était successivement placée dans toutes les positions imaginables relativement à lui. C'est ce produit que j'ai appelé le *pouvoir moléculaire spécifique des corps*. L'action dont il résulte étant individuelle, subsiste et s'exerce sans altération, pour l'intensité comme pour le sens, dans toutes les positions relatives que l'on peut faire prendre aux molécules constituantes des masses sensibles, à tous les intervalles que l'on peut établir entre elles en les désagrégeant ou en les mêlant avec d'autres substances inactives, et soit qu'on agite la masse qui les renferme ou qu'on la laisse en repos. Ce pouvoir, dans les substances qui le possèdent, ne peut être détruit ou modifié qu'en décomposant leurs groupes moléculaires, et en rendant libres les principes qui les constituaient; ou en engageant ces groupes mêmes, non décomposés, dans des combinaisons chimiques avec d'autres substances inactives, de manière à constituer des groupes moléculaires nouveaux. Alors ils communiquent toujours à ceux-ci leur pouvoir propre, plus ou moins modifié. L'individualité de ce pouvoir, et son application aux molécules mêmes, est donc ici manifeste. Maintenant, si les poids atomiques des chimistes, tels qu'ils les calculent, ne sont pas proportionnels aux poids individuels de ces groupes, ni aux énergies de leurs actions chimiques individuelles, comme les effets complexes desquels on les déduit me paraissent le prouver manifestement, on ne devra trouver généralement aucune relation, éloignée ou prochaine, entre leurs valeurs numériques et les propriétés réellement moléculaires qui produisent les déviations. C'est aussi ce qui est établi aujourd'hui par une multitude d'expériences. Mais celle que M. Mitscherlich vient de nous communiquer, donne une confirmation précieuse de ce résultat, parce qu'elle le montre dans deux corps entre lesquels il existe d'ailleurs une remarquable communauté, tant de poids atomiques que de toutes les propriétés physiques appartenant aux masses complexes; ce qui n'empêche pas l'individualité distincte de leurs molécules constituantes de se manifester, par la propriété qu'elles possèdent d'agir ou de n'agir pas sur les plans de polarisation des rayons lumineux. Or il serait difficile de concevoir mécaniquement que ces molécules *dissemblables*, étant prises en même nombre, placées à égales distances, et arrangées de la même manière, pussent produire des systèmes matériels, de dimensions sensibles, dont la forme cristalline et les propriétés physiques soient aussi exactement pareilles que dans les deux corps ici comparés; du moins rien ne saurait en donner l'assurance, et le contraire serait plutôt à présumer.

NOTE.

« La solution aqueuse du paratartrate de M. Mitscherlich a été faite dans les proportions suivantes :

Poids du sel employé en grammes	S =	$22^{gr},914$
Poids de l'eau distillée	E =	$100^{gr},438$
Poids total	Σ =	$123^{gr},352$

De là on tire :

Proportion de paratartrate dans l'unité de poids de la solution	$\varepsilon = \frac{S}{\Sigma} =$	0,185761
Proportion d'eau	$e = \frac{E}{\Sigma} =$	0,814239
		1,000000

» Ce système a été observé dans un tube de cuivre étamé dont la longueur était de 517 millimètres. Il n'a produit aucune trace de déviation dans les plans de polarisation des rayons lumineux, même étant examiné avec la plus minutieuse attention, dans un cabinet parfaitement obscur; ce qui est une condition indispensable dans toutes les expériences de ce genre où l'on veut obtenir des résultats précis.

» Je spécifie à dessein la nature du tube, pour avoir l'occasion d'indiquer une précaution très-essentielle à prendre, quand on veut, comme ici, constater des effets qui ne pourraient être que très-faibles. Lorsqu'on emploie des tubes de verre à obturateurs libres, on peut toujours s'assurer préalablement que ceux-ci ont été assez soigneusement recuits pour n'avoir aucun pouvoir de polarisation propre. Mais les obturateurs des tubes en cuivre étant sertis aux extrémités des bouchons métalliques, il est bien difficile que la pression de l'anneau qui les retient ne leur communique pas une très-faible action de ce genre, quelque minces qu'on les prenne. Ceux qui me servaient se trouvaient dans ce cas; et ils auraient pu produire une déviation de quelques dixièmes de degré dans les circonstances les plus favorables à la simultanéité de leurs actions. Mais on peut obvier à ce défaut en étudiant d'abord le tube vide pour connaître l'effet propre des glaces qui le terminent. Alors, en tournant les bouchons autour de l'axe du tuyau, on trouve aisément les positions qu'il faut leur donner pour que ces effets deviennent individuellement nuls ou se compensent par croisement. C'est ce que j'ai fait ici. Toutefois il vaudrait mieux encore, pour des expériences très-délicates, faire en sorte que cette particularité n'existe point, ou se servir de tubes de verre à obturateurs libres, bien exempts d'action polarisante propre.

» Voici maintenant le calcul de la déviation que produirait une solution aqueuse de tartrate sodique neutre, faite dans les mêmes proportions que celle du paratartrate de M. Mitscherlich, et observée dans des circonstances pareilles.

» Soient ε la proportion pondérale du tartrate dans chaque unité de poids de la solution, δ la densité de celle-ci, l la longueur du tube à travers lequel on l'observe, α la déviation qu'elle imprime dans ces circonstances au plan de polarisation d'un certain rayon de lumière simple, choisi comme type. Si l'on nomme $[\alpha]$ le pouvoir rotatoire spécifique du tartrate pour

le rayon considéré, on aura, par la théorie générale de ce genre de phénomène,

(1) $[\alpha] = \frac{\alpha}{l\varepsilon\delta}$; et inversement (2) $\alpha = [\alpha]\, l\varepsilon\delta$.

La première équation sert pour évaluer $[\alpha]$, d'après l'expérience. Lorsque $[\alpha]$ est connu, la seconde sert pour calculer d'avance la déviation qui s'observera dans des circonstances données.

» La valeur de $[\alpha]$ propre au tartrate sodique a été déterminée numériquement dans mon Mémoire sur plusieurs points fondamentaux de mécanique chimique, inséré au tome XVI des *Mémoires de l'Académie des Sciences*, page 358, tableau n° 9. En l'évaluant pour le rayon rouge et pour une épaisseur de 100 millimètres, j'ai obtenu :

$$[\alpha]_r = +\, 20°,6041 \nearrow.$$

Si l'on substitue cette valeur de $[\alpha]$ dans l'équation (2) précédente, conjointement avec celles de ε, δ et l qui ont été réalisées dans l'observation du paratartrate, on aura la déviation α_r que le tartrate sodique aurait produite dans les mêmes circonstances; et en multipliant α_r par $\frac{30}{23}$, on en déduira très-approximativement la déviation correspondante α_j qui s'appliquerait à la lumière jaune. Celle-ci est la même qu'on observerait à l'œil nu en s'arrêtant à la teinte de passage bleue violacée ou gris-de-lin, qui suit le bleu et précède le rouge, dans le sens où s'opère la rotation. Voici le détail de ce calcul, où le décimètre est pris pour unité de longueur, comme dans l'évaluation de $[\alpha]_r$:

$$\begin{aligned}
\log [\alpha]_r &= 1,3139544 \\
\log \varepsilon &= \bar{1},2689546 \\
\log \delta &= 0,0341032 \\
\log l &= 0,7134905 \\
\hline
\log \alpha_r &= 1,3305027
\end{aligned}$$

De là on tire pour le rayon rouge..... ... $\alpha_r = +\, 21°,4044$
Et pour la teinte de passage à l'œil nu...... $\alpha_j = +\, 27°,9188$

Telles sont les déviations que produirait une solution de tartrate sodique neutre, faite dans les mêmes circonstances que celle du paratartrate, qui s'est montrée absolument sans action.

» Lorsque les observations sont faites dans une chambre parfaitement obscure, où l'on n'admet que le seul trait de lumière qui traverse le tube, comme je l'ai recommandé, on peut constater les moindres traces d'action rotatoire, même de celles qui seraient trop faibles pour être appréciables par des mesures, sur le cercle divisé qui porte le prisme biréfringent. Pour cela il faut tourner successivement ce prisme, à droite et à gauche du plan de polarisation primitif, à une très-petite distance angulaire. L'image extraordinaire très-faible, qui se produit alors, éprouve des changements de nuances qui décèlent une action dissymétrique exercée autour de ce plan toutes les fois qu'elle existe; et la nature de leur opposition montre même dans quel sens la rotation s'exerce. La délicatesse de cet indice est si grande, qu'on ne saurait s'en faire une idée exacte, à moins de l'avoir expérimenté. »

M. **Arago** annonce qu'il vient de voir, dans le journal intitulé *The York courant*, que M. **Brewster** a lu à l'Association britannique un Mémoire *touchant la polarisation produite par les surfaces dépolies et les surfaces blanches dispersantes*. Le journaliste ne donne aucun renseignement sur les résultats obtenus par l'illustre phyiciens d'Edinburgh. M. Arago n'en a pas moins pensé devoir rappeler verbalement à l'Académie les expériences qu'il a faites lui-même depuis longtemps sur des sujets analogues. M. Arago se proposant de consigner ses résultats dans un Mémoire qui sera l'objet d'une communication écrite et détaillée, nous nous bornerons aujourd'hui à cette simple annonce.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *De l'oxydation des substances organiques par l'acide iodique, et de l'influence des petites quantités sur les actions chimiques; par* M. E. **Millon**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« J'exposerai d'abord l'oxydation de l'acide oxalique par l'acide iodique. C'est un véritable type d'action dans lequel se dessinent avec sensibilité les influences intéressantes que subit la combustion iodique. Ainsi ce Mémoire comprendra :

» 1°. L'oxydation de l'acide oxalique par l'acide iodique;

» 2°. Les caractères généraux de la combustion des principes organiques par le même acide;

» 3°. La discussion des phénomènes chimiques qui ont pour point de départ de petites quantités de matière, et qui influencent néanmoins des masses considérables.

§ I. — *De l'oxydation de l'acide oxalique par l'acide iodique.*

» Lorsqu'on agit par une température de + 18 à + 22 degrés, l'iode réduit n'apparaît qu'au bout de trois à quatre heures, et la combustion de 1 gramme d'acide oxalique exige de quatre à cinq jours pour être complète. Mais si l'on apporte quelque variation dans la température, aussitôt l'oxydation de l'acide oxalique en reçoit une modification profonde. Ainsi, à + 10 degrés il ne s'était encore produit aucune action sensible après vingt heures de contact, tandis qu'à + 60 degrés l'oxydation est si rapide, qu'elle fait disparaître en quelques minutes 1 gramme d'acide oxalique.

» Quant à l'action de la lumière, elle se fait sentir si vivement, que le mélange d'acide oxalique et d'acide iodique fournit une sorte de photomètre qui se met en rapport avec les moindres variations des rayons lumineux.

» Comme la rapidité ou le ralentissement de la réaction se traduisent par 1 volume d'acide carbonique qui se trouve toujours mesuré dans l'appareil indiqué plus haut, j'ai pu, en employant deux appareils jumeaux, noter facilement la part qu'il fallait faire à la lumière.

» Ainsi, en maintenant deux appareils à des températures égales et en les disposant de manière que l'un reçût l'action directe du soleil, tandis que l'autre en était abrité par du papier noir et des enveloppes métalliques, j'ai vu le premier se colorer par l'iode en quelques minutes, dégager bientôt de l'acide carbonique, et après trois heures en fournir jusqu'à 40 centimètres cubes, tandis que, du côté opposé, l'iode apparaissait à peine et ne s'était encore accompagné d'aucun dégagement gazeux. Dans une autre expérience, deux appareils semblables réglés depuis plusieurs heures, à la lumière diffuse, par une température de + 19 degrés, ont été séparés; l'un a été exposé aux rayons solaires, l'autre a été maintenu à la lumière diffuse. La température fut maintenue au même degré des deux côtés. L'appareil exposé au soleil produisit 72 centimètres cubes d'acide carbonique, tandis que l'autre n'en produisit que 6. Cette expérience avait été faite de 9 à 11 heures; la même expérience faite de 11 heures à 1 heure, donna une différence plus grande encore : d'un côté, la quantité de gaz fut égale à 73 centimètres cubes, tandis qu'à la lumière diffuse, elle ne fut que de 4 centimètres cubes.

» A la température de + 10 degrés, la lumière solaire suffit pour donner à la réaction une énergie égale à celle qu'on n'obtient à la lumière diffuse qu'avec une température de + 25 degrés. Il semble ainsi assez facile de réaliser des conditions dans lesquelles l'oxydation de l'acide oxalique serait assez indépendante de la température et devrait être rapportée surtout à la lumière.

» Une étude plus suivie des rapports de la lumière avec la réaction que je signale ne pouvait se faire sans entrer dans un ordre de connaissances spéciales, qui s'éloignent beaucoup de la chimie proprement dite. Je me suis contenté d'indiquer les phénomènes principaux, afin qu'ils puissent, au besoin, prêter leur secours aux recherches photométriques. On comprend l'intérêt que présente, de ce point de vue, une réaction chimique qui traduit sa relation avec la lumière par un dégagement gazeux. A l'aide de l'appareil que j'ai indiqué, le gaz se trouve mesuré à mesure qu'il se produit. Comme la coloration que l'iode communique au mélange des deux acides impres-

sionnés par la lumière pouvait soulever quelques difficultés, j'ai cherché si d'autres réactions chimiques ne pourraient pas présenter, comme l'oxydation de l'acide oxalique, l'avantage de fournir, sous l'influence des rayons lumineux, des gaz mesurables. Après quelques essais, j'ai trouvé que l'eau oxygénée pouvait satisfaire à ces indications.

» Il suffit, pour la rendre propre à cet usage, de dissoudre du bioxyde de barium dans de l'acide chlorhydrique très-dilué, jusqu'à ce que celui-ci renferme 3 ou 4 volumes d'oxygène. Il est inutile de séparer le chlorure de barium qui se forme en même temps dans la liqueur. L'eau oxygénée, ainsi obtenue, ne dégage pas une seule bulle de gaz, si le tube qui la contient est recouvert d'une enveloppe noire; tandis qu'un même tube, exposé à la lumière diffuse, donne naissance à un dégagement rapide d'oxygène, que la lumière solaire directe accélère encore beaucoup.

» L'action de la mousse de platine sur la dissolution d'acide iodique et d'acide oxalique continue dans un autre sens les analogies qui viennent de s'offrir avec l'eau oxygénée. A une température où les deux acides n'agissent pas l'un sur l'autre, la mousse de platine provoque un dégagement presque immédiat d'acide carbonique. Lorsque deux mélanges sont disposés simultanément et arrivent à dégager l'un et l'autre la même quantité de gaz dans un même temps, si l'on ajoute d'un seul côté de la mousse de platine, la production d'acide carbonique y devient vingt-cinq et trente fois plus forte. Il se fait, d'une part, de 2 à 3 centimètres cubes de gaz, tandis que, de l'autre, il s'en développe jusqu'à 60 et 90. J'ai calculé que la mousse de platine rendait l'action initiale soixante fois plus rapide.

» J'ai cherché quelle pouvait être l'influence des surfaces dans cette action manifestement catalytique, et j'ai remplacé la mousse de platine par des feuilles de ce métal. J'ai introduit jusqu'à deux et trois feuilles très-minces, offrant chacune 84 centimètres de surface; mais le dégagement d'acide carbonique ne fut pas sensiblement accru. Les feuilles se recouvrent d'une grande quantité de bulles qui s'étalent à leur surface; mais l'acide carbonique ne se dégage pas en plus grande abondance. La quantité de mousse de platine employée exerce une influence sensible sur la quantité de gaz; mais celle-ci n'est pourtant pas proportionnelle au poids. En employant, d'une part, 5 grammes, et, de l'autre, 10 grammes de mousse de platine, l'action a dû se représenter par 3 d'un côté et par 4 de l'autre.

» Le charbon de bois exerce une accélération très-sensible sur l'oxydation de l'acide oxalique. Cette accélération est très-vive au début, mais elle se

ralentit bientôt et augmente seulement du double la quantité d'acide carbonique qui se produit sous l'influence de son contact.

» Le phénomène catalytique qui se produit ici sous l'influence de la mousse de platine offre un intérêt extrême, en ce qu'il s'accomplit au sein de l'eau. L'étude spéciale que nous avons faite, M. Reiset et moi, des actions de cette nature, nous portait à croire que la mousse de platine était surtout un corps de contact pour les opérations de la voie sèche. L'eau oxygénée offrait bien un cas particulier, mais on pouvait considérer jusqu'ici sa décomposition par la mousse de platine comme un fait exceptionnel. Lorsque la combustion de l'acide oxalique dissous par l'acide iodique en dissolution est provoquée ou accélérée à l'aide de la mousse de platine, on comprend quelle nouvelle extension peuvent encore recevoir les phénomènes chimiques dus au contact.

» Il me reste à parler d'une influence toute particulière exercée par l'acide prussique sur l'oxydation de l'acide oxalique. Il suffit de quelques millièmes d'acide prussique pour arrêter complétement la combustion de l'acide oxalique par l'acide iodique. On porte vainement le mélange des deux acides à une température de + 60 ou 80 degrés, à laquelle l'acide carbonique se dégage du mélange avec une véritable effervescence; l'acide prussique enraye l'action. 20 grammes d'acide iodique, dissous dans une petite quantité d'eau, et 10 grammes d'acide oxalique ont été mélangés dans un petit ballon avec 50 grammes d'eau; il a suffi d'y ajouter 10 gouttes d'acide prussique, contenant au plus 15 pour 100 d'acide anhydre, pour arrêter entièrement la réaction durant quinze jours. Au bout de ce temps néanmoins, l'influence de l'acide hydrocyanique fut épuisée, et l'iode apparut.

» Cette influence de l'acide prussique se manifeste dans le plus grand nombre des combustions organiques effectuées par l'acide iodique. Elle montre avec quelle puissance peuvent intervenir, dans les réactions chimiques, des substances indifférentes en apparence par leur nature et leur proportion. J'ai dû m'attacher à analyser une action aussi étrange, afin de la rapporter, comme je me suis efforcé déjà de le faire dans plusieurs cas analogues, aux effets ordinaires de l'affinité. Voici ce que l'analyse du phénomène m'a permis de reconnaître. L'oxydation de l'acide oxalique par l'acide iodique se compose de deux actions bien distinctes : 1° l'oxydation par l'acide iodique seul, c'est l'action initiale; 2° l'oxydation par l'acide iodique avec le concours de l'iode. La première de ces actions est infiniment petite, et se produit même en présence de l'acide prussique; la seconde est, au contraire, très-active; mais elle ne peut se développer au contact de l'acide prussique, et cela se conçoit. Ce dernier fait disparaître, en effet, l'iode qui tend à se produire à la suite de

la première action ; il se forme du cyanure d'iode et de l'acide hydriodique, et j'ai pu constater, non sans quelque surprise, que l'acide iodique n'agissait plus sur l'acide hydriodique en présence du cyanure d'iode.

» Il était facile de prévoir que l'acide carbonique se produirait plus abondamment aux dépens de l'acide oxalique, lorsqu'on commencerait la réduction de l'acide iodique en précipitant un peu d'iode par quelques gouttes d'acide hydriodique. C'est un effet que l'expérience a réalisé.

» Dans deux expériences comparatives, cette précipitation de l'iode au sein du mélange a donné, dans les huit premières heures de la combustion, deux fois et demie plus de gaz.

§ II. — *Caractères généraux de la combustion des principes organiques par l'acide iodique.*

» L'oxydation des substances organiques par l'acide iodique ne peut être tentée avec succès qu'autant qu'elles sont solubles dans l'eau. Ainsi, il faut éliminer les corps gras, les résines et les essences. Les substances dont j'ai suivi la réaction se partagent en trois classes bien distinctes : 1° celles qui s'oxydent à la manière de l'acide oxalique, c'est-à-dire avec lenteur, et dans la combustion desquelles on reconnaît l'influence bien tranchée de l'acide iodique agissant seul, ou bien de l'acide iodique agissant avec le concours de l'iode. Dans cette classe se rangent, à côté de l'acide oxalique, les acides formique, tartrique, méconique, citrique, lactique et mucique; là se trouvent l'amidon, la dextrine, le sucre de canne, le sucre de raisin, le sucre de lait, la salicine, la gomme; là se placent encore l'huile essentielle de pomme de terre et l'hydrure de benzoïle.

» L'oxydation des substances organiques qui appartiennent à cette classe est sensiblement influencée par la présence du platine, ou bien par l'intervention de la lumière. Si l'on excepte l'huile de pomme de terre et l'hydrure de benzoïle, dans toutes ces combustions il se produit de l'acide carbonique, et, le plus souvent, la combustion est complète.

» 2°. Il convient de ranger dans une seconde classe les substances organiques qui s'oxydent malgré la présence de l'acide prussique. C'est à cette catégorie qu'appartiennent l'albumine, la fibrine, le gluten. Là se trouvent encore l'acétone, l'acide gallique, le tanin, la créosote et la morphine. Avec ces quatre dernières substances, la combustion est si rapide que l'on comprend qu'elle ne puisse être arrêtée par la présence de l'acide prussique. Avec l'acétone, il se forme un produit huileux tout particulier, dont la naissance ne s'accompagne pas d'un dégagement d'iode; là encore l'acide prussique ne peut être d'aucune efficacité. C'est dans cette classe particulière

que se présenteront d'abord les métamorphoses les plus curieuses à étudier. J'ai déjà tenté sur ce point quelques recherches qui me font espérer la découverte de produits très-dignes d'intérêt.

» Il est nécessaire, dans toutes ces réactions, d'épuiser l'effet oxydant de l'acide iodique; on doit, pour cela, l'employer en excès; pour séparer ensuite la partie excédante, on ajoute de l'acide hydriodique tant qu'il se forme un dépôt d'iode. Les deux acides de l'iode se décomposent mutuellement, et la liqueur ne retient plus que le produit de nouvelle formation mélangé à l'iode que l'on sépare en filtrant et en chauffant ensuite quelques instants à + 100 degrés.

» La manière dont l'albumine et le gluten réduisent l'acide iodique diffère sensiblement de la réduction exercée par la morphine, mais il n'en est plus de même quand il s'agit du tanin ou de l'acide gallique, et l'on peut dire que la réaction de trois substances, à savoir, le tanin, l'acide gallique et la morphine, se confond ici par l'aspect. Si l'on suit le rapprochement plus loin, on se rappelle que la coloration produite par la morphine sur les persels de fer est assez voisine de celle qui est obtenue avec de petites quantités d'acide gallique ou de tanin : ces trois principes peuvent, en outre, être dissous par l'alcool, bien qu'en proportion variable. Une dernière réaction caractéristique est fournie par la morphine, et pouvait la distinguer : on sait que cet alcali se colore fortement en rouge par l'acide nitrique; mais le tanin et l'acide gallique présentent encore une coloration analogue. Je ne voudrais certainement pas exagérer ces rapprochements, que je trouve déjà trop grands et trop nombreux; mais, tels qu'ils se sont produits, ils m'ont semblé tout à fait dignes d'être pris en sérieuse considération.

» 3°. Dans la troisième classe se placent les substances solubles qui ne sont pas attaquées par l'acide iodique; les acides camphorique, acétique et butyrique, ainsi que l'urée, sont dans ce cas : l'acide acétique contenait, dans tous les échantillons que j'ai examinés, une petite quantité de matière étrangère, destructible par l'acide iodique. Il en était de même de l'acide butyrique qui m'avait été fourni par M. Pelouze. La gélatine et le corps hyaloïde de l'œil ne s'oxydent pas non plus à + 100 degrés par le contact prolongé de l'acide iodique. Ce n'est pas sans étonnement que l'on voit ces deux substances séparées de l'albumine et de la fibrine. On doit remarquer néanmoins que, tandis que l'albumine et la fibrine doivent être modifiées dans l'économie par un acte de combustion physiologique, la gélatine et le corps hyaloïde sont disposés de manière à y résister et à s'établir dans une sorte de permanence. Quant à l'urée, bien que son carbone et son hydrogène puissent se brûler

dans quelques réactions énergiques, il est évident qu'elle a supporté l'effort de l'oxydation exercée par nos organes ; on peut en dire autant des acides butyrique et acétique.

» En résumé, il est constant que les substances organiques se brûlent par l'acide iodique avec lenteur, mais à peu près complétement, comme par une oxydation vitale. Les produits de sécrétion de l'économie, les produits brûlés, ainsi que les produits stables de nos organes, échappent au contraire à la combustion iodique. Sans attacher une importance particulière aux modifications que l'acide prussique exerce également sur les phénomènes de la vie et sur la force oxydante de l'acide iodique, je crois qu'il ne faut pas repousser ce parallélisme qui s'établit de lui-même.

§ III. — *De l'influence des petites quantités sur les actions chimiques.*

» Depuis que les règles simples de l'affinité tracent la marche des phénomènes chimiques, on s'est habitué à suivre l'action réciproque de masses qui offrent entre elles une certaine relation de poids ou de volume. C'est bien certainement entre des quantités constantes et d'un rapport simple que s'accomplissent les opérations les plus saillantes de la chimie. On comprend que les regards se soient fixés tout d'abord sur les faits de cette nature; et l'on peut dire aujourd'hui que la détermination exacte des équivalents, bien qu'elle reçoive chaque jour des perfectionnements nouveaux, constitue l'œuvre la plus imposante de la statique chimique. Toutefois, à côté de l'action réciproque des quantités équivalentes, il est facile de distinguer d'autres actions dans lesquelles la masse infiniment grande subit la loi de quantités infiniment petites. Lorsqu'une influence de cet ordre s'exerce sur un fait considérable, les esprits s'attachent sans peine à la solution d'un problème qui s'y trouve caché : c'est ainsi que la combustion incandescente des substances organiques, qui commence par une étincelle et se propage ensuite incessamment, a été bientôt réduite par l'analyse chimique à un fait des plus élémentaires. Mais si le phénomène s'accomplit sur une échelle moins étendue, s'il se cache derrière la réaction plus apparente des masses, l'analyse est moins prompte à y pénétrer et l'explication se fait désirer davantage.

» Aujourd'hui les actions chimiques qui relèvent manifestement de quantités très-petites sont peut-être innombrables, mais on se contente, pour ainsi dire, de les signaler.

» Est-il donc impossible de faire pénétrer aussi l'analyse dans cette succession de phénomènes obscurs et délicats sans doute, mais d'une nature chimique incontestable? Je ne le pense pas. J'ai cherché, dans

plusieurs travaux, à saisir les actions de cette nature, à en distinguer toutes les phases; je me suis convaincu qu'on pouvait toujours les rattacher, par une analyse suffisante du phénomène, aux règles les plus simples de l'affinité. Ainsi, la conversion du chlorate de potasse en iodate par l'iode qui déplace le chlore, non plus à l'aide de la voie sèche, comme l'a fait M. Vœhler, mais en présence même de l'eau et à la faveur de quelques gouttes d'un acide énergique; la production de l'éther nitrique, en prévenant par un peu d'urée la formation de l'acide nitreux; l'influence de ce dernier acide sur l'oxydation des métaux par l'acide nitrique; l'action oxydante de l'acide iodique suspendue par quelques gouttes d'acide prussique : ce sont là autant d'exemples qui prouvent l'influence des petites quantités. Malgré la marche assez singulière de ces réactions, elles s'expliquent, elles s'enchaînent, elles se rattachent aux opérations normales de l'affinité. Je termine par un fait d'un ordre entièrement nouveau, qui montre que les petites quantités exercent leur influence dans les directions les plus variées. J'ai reconnu, en suivant des recherches dont je présenterai très-prochainement les résultats à l'Académie, qu'il existe bien certainement deux oxydes de mercure de même composition, mais de propriétés distinctes. Ces deux oxydes, l'un rouge, l'autre jaune, donnent naissance à deux séries très-étendues d'oxydochlorures isomères entre eux, et d'où l'on dégage facilement l'un ou l'autre oxyde. Dans l'une de ces deux séries on peut, à volonté, produire un oxydochlorure noir qui correspond à l'oxyde rouge, ou bien un oxydochlorure rouge de même composition, qui correspond à l'oxyde jaune. Ces deux oxydochlorures très-différents s'obtiennent avec les mêmes réactifs, employés dans la même proportion. Le mélange simple des réactifs produit constamment l'oxydochlorure rouge; mais ajoute-t-on une petite quantité d'oxydochlorure noir au mélange qui doit réagir, c'est l'oxydochlorure noir qui se forme à la place du rouge.

» Cette marche particulière des phénomènes chimiques est tout à fait digne de fixer l'attention. Il faut considérer que les réactions ne s'exécutent pas seulement entre des masses équivalentes, mais qu'elles subissent encore la loi des petites quantités. Une petite quantité pousse à l'action des masses énormes, ou bien les condamne à l'inertie. Il faut donc s'attacher à découvrir par quelle liaison chimique on prévient le développement énergique d'affinités secondaires, dès qu'on s'oppose à la réaction initiale. Il faut suivre pas à pas une action petite, mais réitérée, qui transforme et soumet, avec le temps, une masse infinie. En se familiarisant d'abord avec ces réactions dans des circonstances simples où les termes, peu nombreux et bien définis, permet-

tent d'attribuer à chaque réactif la part qui lui revient, on arrivera sans doute à découvrir, pour les métamorphoses les plus obscures, l'enchaînement qui se perd aujourd'hui dans la complexité des phénomènes organiques. »

CHIMIE. — *Recherches sur le chrome; par* M. EUG. PELIGOT.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« L'histoire du chrome, malgré l'attrait qu'elle présente par la beauté des composés que fournit ce métal, laisse encore de nombreuses lacunes à combler; elle offre plusieurs particularités sur lesquelles la science n'a pas dit son dernier mot. Le gisement de son principal minerai, le fer chromé, l'isomorphisme de son sesquioxyde avec le peroxyde de fer, semblent établir une certaine analogie entre ces deux métaux, tandis que l'absence, dans la série du chrome, d'un oxyde correspondant au protoxyde de fer, et la stabilité du sesquioxyde de chrome et des composés qui y correspondent, rendent cette analogie douteuse et contestable.

» Le but de ce Mémoire est de faire connaître quelques nouvelles combinaisons du chrome qui jettent une vive lumière sur l'ensemble des propriétés de ce métal, et qui lui établissent une étroite parenté avec le fer et le manganèse.

» On sait que lorsqu'on fait passer un courant de chlore sec sur un mélange de sesquioxyde de chrome et de charbon contenu dans un tube de porcelaine, il se sublime un chlorure en belles écailles de couleur violette qui correspond, par sa composition, à l'oxyde qui sert à le produire; celle-ci est représentée, par conséquent, par la formule $Cl^3 Cr^2$.

» Outre ce chlorure, il se produit le plus souvent, dans l'opération qui lui donne naissance, un autre corps chloré qui paraît avoir échappé à l'attention des chimistes et dont j'ai signalé l'existence dans la Note qui a été présentée à l'Académie il y a quelques semaines. La production de ce corps précède celle du chlorure violet: tantôt il se présente sous la forme de cristaux fins et soyeux, tantôt il se trouve en masses fondues, incolores, à texture fibreuse. Au contact de l'air il s'altère rapidement et il se change, en peu d'instants, en une liqueur verte.

» L'action de l'hydrogène sur le sesquichlorure violet offre un moyen facile d'obtenir ce même composé chloré en grande quantité et dans un parfait état de pureté. Elle se manifeste à une température peu élevée, car la préparation de ce corps se fait sans difficulté dans un tube de verre qui n'est pas même déformé par la chaleur nécessaire à la produire. Tant que

l'opération dure, il y a dégagement d'acide chlorhydrique. Il reste, après qu'elle est terminée, un produit blanc, feutré, qui conserve la forme primitive des masses de chlorure violet employé à sa préparation. Ce produit se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur, et fournit une dissolution bleue qui verdit très-promptement quand elle est exposée au contact de l'air, car elle absorbe l'oxygène avec une excessive avidité. Cette circonstance rend assez délicate l'étude des réactions qui résultent de son contact avec les autres corps.

» L'analyse du chlorure obtenu par l'un ou l'autre de ces procédés, m'a fourni des résultats qui conduisent à la formule suivante :

		Calcul.	Expériences		
			N° 1.	N° 2.	N° 3.
Cl. . . .	442,6	57,4	58,4	56,7	57,0
Cr. . . .	328,0	42,6	39,4	42,7	42,0
	770,6	100,0	97,8	99,4	99,0

Cette formule a été calculée avec le nombre par lequel je propose, ainsi qu'on le verra plus loin, de remplacer l'équivalent actuel du chrome, 351,8, qui serait trop fort, d'après toutes mes expériences.

» Le chlorure Cl Cr correspond au protoxyde de chrome Cr O, qui manquait jusqu'à ce jour dans la série des composés de ce métal.

» J'ai dit que la dissolution bleue de protochlorure de chrome absorbe très-rapidement l'oxygène atmosphérique et devient verte; j'ai cherché à déterminer la quantité d'oxygène qui intervient dans cette action, et la nature du composé qui en résulte. En introduisant dans une cloche graduée remplie d'oxygène un poids donné de protochlorure, puis une certaine quantité d'eau pour le dissoudre, j'ai trouvé que un équivalent de protochlorure absorbe un demi-équivalent d'oxygène. Ce résultat a été fourni par trois expériences qui s'accordent très-bien entre elles. La formule du composé qui résulte de cette action est, par conséquent, $Cl^2 Cr^2 O$.

» On peut considérer ce corps comme étant au sesquioxyde de chrome $Cr^2 O^3$, ce que l'acide chlorochromique $Cr O^2 Cl$ est à l'acide chromique $Cr O^3$.

» Parmi les propriétés remarquables et inattendues que présente le protochlorure de chrome, il en est une sur laquelle je ne crains pas d'appeler toute l'attention de l'Académie, et que je puis lui signaler comme un fait sans précédents dans les annales de la science; je veux parler de l'action qui

résulte du contact de la dissolution de protochlorure de chrome avec le sesquichlorure cristallisé du même métal.

» Ce dernier chlorure, qui est celui que les chimistes connaissent depuis longtemps, qui se sublime, ainsi que je l'ai dit, en belles écailles violettes par l'action du chlore en excès sur un mélange d'oxyde vert de chrome et de charbon, est insoluble dans l'eau. Quelques auteurs, à la vérité, lui attribuent une solubilité plus ou moins grande, plus ou moins rapide, et ils admettent qu'en contact avec l'eau, il fournit une liqueur verte; mais il est facile de se convaincre que ces assertions sont erronées, et que la cause de cette erreur se trouve dans l'ignorance même du phénomène dont j'ai à entretenir l'Académie. Il est constant que le sesquichlorure de chrome sublimé est *entièrement insoluble dans l'eau froide comme dans l'eau bouillante;* il ne se dissout pas davantage dans l'eau chargée d'un acide quelconque; il n'est pas attaqué par l'acide sulfurique concentré et bouillant; enfin, l'eau régale elle-même est sans action sur lui.

» Eh bien, ce corps, l'un des plus stables qu'on connaisse, l'un de ceux qui résistent le mieux à l'action des agents chimiques les plus énergiques, se dissout avec une merveilleuse facilité quand on le met en contact avec de l'eau contenant en dissolution du protochlorure de chrome. Le résultat de cette action est une liqueur verte, qui se produit avec grand dégagement de chaleur, et qui offre tous les caractères chimiques du sesquichlorure de chrome hydraté, qu'on obtient par la voie humide, en traitant, par exemple, l'acide chromique par l'acide chlorhydrique ou le chromate de plomb par le même acide et l'alcool. On comprend maintenant comment le protochlorure de chrome, qui se trouve habituellement mélangé avec le sesquichlorure, lors de la préparation de ce dernier corps, a pu faire croire à une solubilité qu'il ne possède pas quand il est pur.

» Le dégagement de chaleur qui accompagne cette réaction, la rapidité avec laquelle elle se produit, semblaient indiquer la production d'une combinaison particulière des deux chlorures, ainsi mis en présence sous l'influence de l'eau. Aussi ai-je tenté de les mettre en contact dans le rapport des poids indiqués par leurs équivalents, jusqu'à ce que l'action dissolvante et la chaleur qui l'accompagne cessassent de se manifester; mais je me suis bien vite aperçu qu'une très-petite quantité de chlorure blanc dissout un poids très-considérable de chlorure violet, que cette action n'a, pour ainsi dire, point de limites, et qu'elle est dépendante non pas d'un phénomène chimique, d'une combinaison, mais bien d'un phénomène essentiellement

physique, d'un changement moléculaire qui intervient dans la constitution du sesquichlorure de chrome.

» Pour m'en assurer, j'ai mis des cristaux violets de ce chlorure en contact avec de l'eau contenant en dissolution un millième de protochlorure de chrome; ils ont instantanément disparu, et la liqueur est devenue verte; quelle que soit la quantité de chlorure violet introduite dans cette dissolution, l'action s'est toujours manifestée avec dégagement de chaleur; après quelques instants elle était terminée.

» Désirant fixer la limite de cette action, j'ai préparé une liqueur contenant une partie de protochlorure de chrome et 10 000 parties d'eau. Cette liqueur a encore opéré la dissolution immédiate du sesquichlorure violet. Je n'ai pas cherché à aller plus loin, mais il n'est pas douteux que l'action ne se manifeste avec une quantité de chlorure beaucoup plus petite encore.

» J'ai constaté d'ailleurs que le protochlorure de chrome qui a absorbé tout l'oxygène qu'il peut prendre, et qui a fourni par conséquent lui-même une dissolution verte, ne possède nullement la propriété de dissoudre le chlorure violet; il suffit, en effet, d'agiter pendant quelques instants, dans un flacon contenant de l'air, la dissolution de protochlorure pour que son action dissolvante soit anéantie; aussi, pour faire avec succès la dernière expérience que je viens de rapporter, est-il indispensable de dépouiller entièrement de tout l'air qu'elle contient la grande masse d'eau qui se trouvera en contact avec la quantité si minime de protochlorure qu'elle doit dissoudre. On remplit cette condition, soit en faisant bouillir cette eau pendant quelque temps, soit en y faisant passer, pendant qu'elle est chaude, un courant d'acide carbonique.

» Enfin, ni le sesquichlorure de chrome préparé par la voie humide, ni aucun chlorure autre que le protochlorure de chrome, n'opère la dissolution du chlorure violet.

» On chercherait vainement, je pense, parmi tous les phénomènes que nous présente la chimie minérale, un fait qu'on puisse rapprocher de celui que je viens de signaler à l'Académie. Il s'agit là évidemment, non pas d'un simple phénomène chimique, mais d'un de ces phénomènes de contact que détermine, en dehors des lois de l'affinité, la présence de certains corps, phénomènes plus ou moins analogues à ceux que présente l'histoire si instructive de l'eau oxygénée; avec cette différence, toutefois, que le résultat de l'action de ce dernier corps est presque toujours une décomposition, tandis

qu'il s'agit ici d'un changement moléculaire qui détermine ou qui accompagne la combinaison de l'eau avec le sesquichlorure de chrome.

» Mais si la chimie minérale n'offre pas encore d'exemple d'une action de cette nature, la chimie organique nous en fournit plusieurs qu'on peut, ce me semble, en rapprocher. Ainsi, l'action dissolvante si remarquable de la diastase sur l'amidon, la transformation du sucre ordinaire en glucose sous l'influence d'un ferment, la métamorphose de l'amidon en dextrine puis en glucose par le contact de l'acide sulfurique dilué, paraissent être des modifications moléculaires du même ordre que celle qui vient de nous occuper. Quoiqu'il y ait, sans doute, quelque témérité à comparer entre eux des phénomènes qui se passent chez des corps de nature si différente, on est conduit à supposer que le protochlorure de chrome joue, à l'égard du sesquichlorure, le rôle d'une sorte de ferment. Faut-il s'étonner d'ailleurs qu'après avoir tant emprunté à la chimie minérale, la chimie organique qui, depuis plusieurs années, absorbe, d'une manière presque exclusive, les labeurs des chimistes les plus habiles, vienne maintenant prêter à son aînée le secours de son expérience, et la guider, à son tour, dans la voie des analogies?

» Le dégagement de chaleur qui accompagne constamment la dissolution du sesquichlorure de chrome peut être attribué tant à la modification moléculaire qu'il éprouve, qu'à la combinaison qu'il contracte avec les éléments de l'eau. On sait que les sels de sesquioxyde de chrome et les composés qui correspondent à cet oxyde présentent deux modifications isomériques qu'on distingue par deux couleurs différentes : l'une existe dans les composés de couleur verte, l'autre dans ceux qui sont violets ou de la couleur des fleurs de pêcher. Le sesquichlorure de chrome violet appartient sans doute à cette dernière modification, et c'est son passage à la modification verte que signale le dégagement de chaleur qui accompagne sa dissolution sous l'influence du protochlorure. On sait que l'oxyde de chrome offre un remarquable phénomène d'incandescence dans une circonstance semblable; enfin les expériences de M. Regnault nous ont appris que la transformation du soufre mou en soufre ordinaire est également accompagnée d'une élévation subite de température.

» La liqueur verte qui résulte du contact du sesquichlorure de chrome violet avec une dissolution très-étendue de protochlorure fournit, par une lente évaporation dans le vide sec, des cristaux grenus qui, malgré leur grande solubilité, peuvent être facilement dépouillés de leur eau mère; leur composition est représentée par la formule $Cr^2 Cl^3 + 12 HO$.

» Le même sesquichlorure hydraté, combiné avec une quantité d'eau moi-

tié moindre, s'obtient en évaporant dans le vide la liqueur verte qui résulte de l'action de l'acide chlorhydrique et de l'alcool sur le chromate de plomb.

Action de la potasse sur le protochlorure de chrome.

» Lorsqu'on met la dissolution bleue de protochlorure de chrome en contact avec de la potasse caustique, on voit apparaître un précipité brun foncé qui prend, au bout d'un certain laps de temps, une teinte rougeâtre; le précipité qui se forme d'abord consiste sans doute en protoxyde de chrome hydraté, correspondant au protochlorure; mais cet oxyde, plus encore que ce dernier corps, est doué d'une singulière instabilité; car, à peine produit, il opère à la température ordinaire la décomposition de l'eau, et il se transforme en un oxyde intermédiaire entre le protoxyde et le sesquioxyde, qui correspond, par sa composition, à l'oxyde de fer magnétique.

» La formation de ce nouvel oxyde de chrome auquel je donnerai, à défaut d'un nom plus conforme aux règles de la nomenclature, la dénomination de deutoxyde ou d'oxyde magnétique, est, par conséquent, accompagnée d'un dégagement d'hydrogène. Si l'on introduit, en effet, dans une cloche remplie de mercure, une dissolution de protochlorure de chrome, puis une dissolution de potasse, en même temps que l'oxyde brun se produit, l'hydrogène de l'eau décomposée se réunit au sommet de la cloche.

» Mais l'action décomposante de l'eau n'est complète que sous l'influence de la température nécessaire à son ébullition. L'oxyde qui reste, après des lavages suffisants au moyen de l'eau bouillante, présente, après sa dessiccation dans le vide, la couleur du tabac d'Espagne; il est peu attaquable par les acides. Chauffé, il perd d'abord de l'eau; à une température plus élevée, il entre subitement en incandescence, et il se transforme en sesquioxyde vert de chrome. Cette action, qui se manifeste dans un milieu qui ne contient pas d'oxygène, est accompagnée d'un dégagement d'hydrogène; elle est due à la décomposition de la portion de l'eau de l'hydrate magnétique qui est nécessaire à la suroxydation du protoxyde qu'on peut y admettre; car ce corps, Cr^3O^4, de même que l'oxyde magnétique de fer, se comporte comme une combinaison des deux oxydes $CrO + Cr^2O^3$.

» La composition de l'oxyde magnétique de chrome a été déterminée par plusieurs procédés : sa formule, quand il a été desséché dans le vide, est Cr^3O^4, HO.

Acétate de protoxyde de chrome.

» Ce sel s'obtient en mettant en contact des dissolutions assez étendues de

protochlorure de chrome et d'acétate de soude; en employant ces deux corps dans les rapports indiqués par leurs équivalents, on voit naître rapidement, dans la liqueur rouge violacée qui résulte de leur mélange, de petits cristaux rouges, brillants, qui se précipitent au fond du vase dans lequel ils se forment.

» Il est nécessaire que la filtration de la dissolution bleue de protochlorure de chrome, le mélange et l'agitation des liqueurs, la filtration et le lavage de l'acétate de protoxyde de chrome qui prend naissance, la dessiccation de ce sel, en un mot toutes les opérations qui le concernent, se fassent à l'abri du contact de l'air dont il absorbe l'oxygène avec une extrême avidité; on réunit ces conditions en les exécutant dans une atmosphère d'acide carbonique.

» La dessiccation de ce sel se fait dans le vide sec produit par une bonne machine pneumatique.

» Son analyse a été exécutée un grand nombre de fois et avec les soins les plus minutieux. Les premiers résultats numériqués qu'elle a fournis ayant rendu probable la nécessité de modifier le nombre qui représente l'équivalent du chrome, j'ai cherché à déterminer ce nombre en faisant intervenir à la fois la quantité de carbone contenu dans ce sel et la quantité de sesquioxyde que fournit sa calcination.

» Les résultats des analyses conduisent aux nombres qui suivent :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Carbone..	24,9	25,1	24,7	24,9	24,9	»	25,2
Hydrogène	4,4	4,3	4,4	4,2	4,3	»	4,3
Sesquioxyde de chrome.	39,7	38,8	40,0	39,9	40,3	40,4	40,2

» Les quantités de carbone et d'eau contenues dans l'acétate de protoxyde de chrome desséché dans le vide montrent que la composition de ce sel est représentée par la formule suivante, quel que soit le nombre qui exprime l'équivalent du chrome :

$$C^4 H^4 O^4, Cr O.$$

» En calculant cette formule avec l'équivalent 351,8 que M. Berzelius assigne à ce métal, on obtient des nombres qui s'écartent trop des analyses pour que cet équivalent ne soit pas trop fort, si ces analyses sont exactes; cette formule indique, en effet, que l'acétate de chrome devrait laisser, par la calcination, 41,8 de sesquioxyde.

» La moyenne des six analyses d'acétate de chrome, prise pour le carbone et le sesquioxyde de ce métal, permet sans doute de déterminer son équivalent avec de grandes chances d'exactitude. Mais je crois qu'il est encore

préférable de s'en rapporter aux nombres fournis par l'analyse n° VII, qui a été faite sur un produit d'une pureté irréprochable, préparé avec les soins les plus minutieux et avec l'expérience acquise dans les préparations et dans les analyses des produits qui l'ont précédée.

» La proportion suivante donne l'équivalent du sesquioxyde de chrome :

$$300 : x + 150 :: 25,2 : 40,2.$$

» Cet équivalent est 478, et celui du chrome 328.

» Comme les diverses analyses que j'ai faites oscillent entre 325 et 335, je suis loin de considérer l'équivalent du chrome comme fixé d'une manière irréprochable. Il est évident néanmoins que les nombres contenus entre ces deux limites peuvent satisfaire dès à présent à toutes les exigences des analyses.

» La découverte du protoxyde de chrome établit, comme je l'ai dit, une nouvelle et étroite parenté entre le fer et ce métal. Il suffira, pour le prouver, de rapprocher les caractères de ces deux métaux, dont les équivalents sont représentés déjà par des nombres très-rapprochés. Le chrome donne, avec l'oxygène, cinq combinaisons :

» 1°. Le protoxyde CrO, qui est probablement isomorphe avec le protoxyde de fer, et qui, de même que ce dernier corps, présente une telle affinité pour l'oxygène, qu'à l'état d'hydrate il décompose l'eau avec dégagement d'hydrogène ;

» 2°. Le deutoxyde Cr^3O^4, qui correspond à l'oxyde de fer magnétique, et qui se produit dans les mêmes circonstances que ce dernier corps : on sait que le fer chromé (FeO, Cr^2O^3) est isomorphe avec ce même oxyde de fer magnétique (FeO, Fe^2O^3), et qu'il se rencontre dans les mêmes terrains ;

» 3°. Le bioxyde CrO^2, qu'on peut considérer comme un chromate de sesquioxyde (CrO^3, Cr^2O^3), et qu'on obtiendra sans doute, dans la série du fer, en traitant le ferrate de potasse par un sel de sesquioxyde de fer : l'oxyde FeO^2 correspondrait d'ailleurs au bisulfure de fer naturel FeS^2 ;

» 4°. Le sesquioxyde Cr^2O^3, qui est isomorphe avec le sesquioxyde de fer Fe^2O^3 ;

» 5°. L'acide chromique CrO^3, dont l'isomorphisme avec l'acide ferrique sera sans doute reconnu quand les propriétés de ce dernier corps nous seront mieux connues.

» Il est, par conséquent, très-probable que tous les composés du chrome correspondent à des combinaisons du fer avec lesquelles elles sont toutes isomorphes. La seule différence qui existe entre ces deux métaux se révèle dans la stabilité plus grande du protoxyde de chrome et du chlorure qui y

correspond, stabilité qui s'oppose à ce que le chrome métallique soit facilement obtenu à l'état de pureté.

» J'ajouterai qu'en préparant ce métal, non pas par l'oxyde et le charbon, qui donnent un carbure analogue à la fonte de fer, ni par l'ammoniaque et le chlorure violet, qui donnent un azoture de chrome sur la nature duquel je reviendrai, mais en décomposant le sesquichlorure de chrome violet par le potassium, on obtient un métal *soluble avec dégagement d'hydrogène dans l'acide sulfurique faible*, et produisant une dissolution qui offre les caractères d'un sel de protoxyde de chrome.

» Je mentionnerai enfin une dernière ressemblance entre ces deux métaux. On sait que les sels de protoxyde de fer absorbent une grande quantité de bioxyde d'azote, à l'exclusion des sels de tous les autres oxydes. J'ai étudié, il y a dix ans, les composés qui résultent de cette action. Cette propriété qui, jusqu'à présent, était un caractère tout à fait distinctif des sels de protoxyde de fer, se retrouve dans les sels de protoxyde de chrome, qui acquièrent également une couleur brune aussitôt qu'ils sont mis en contact avec ce gaz, dont ils dissolvent une quantité considérable.

» Ces rapprochements établissent, entre le fer et le chrome, et aussi le manganèse, une ressemblance aussi grande que celle qui existe entre le cobalt et le nickel. Ils ouvrent une nouvelle voie de recherches, qui permettront d'adopter, pour ces métaux, une classification naturelle, et qui jetteront de nouvelles lumières sur les combinaisons très-nombreuses et parallèles qu'ils peuvent produire. Je suivrai cette voie avec un zèle que l'Académie connaît, qu'elle a souvent encouragé, et j'espère qu'il me sera possible de lui présenter bientôt un travail complet sur un sujet dont je n'ai pu traiter que quelques parties dans ce premier Mémoire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Note sur quelques réactions propres au bichlorure de mercure; par* M. E. MILLON.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Le bichlorure de mercure n'est pas précipité par le bichromate de potasse, quelle que soit la concentration des deux solutions salines. Mais si l'on fait un mélange des deux sels dans la proportion d'un équivalent de chacun, et que l'on dissolve à chaud, il se fait, par le refroidissement de la liqueur, une cristallisation très-abondante d'un beau composé rouge, dur et assez

friable; ce sel peut être repris par l'eau et cristalliser de nouveau sans décomposition.

» Les cristaux se groupent ordinairement en étoiles et présentent isolément la forme d'un prisme droit rhomboïdal, terminé par les pyramides de l'octaèdre rhomboïdal : la poudre de ce sel est d'un jaune vif; la chaleur le décompose en volatilisant du bichlorure de mercure, la séparation qui se fait ainsi pourrait permettre de fixer la composition du sel : il se produit cependant une très-petite quantité d'oxyde de chrome.

» Mais l'analyse se fait de la manière la plus nette, à l'aide de l'éther qui laisse le bichromate de potasse intact. La forme des cristaux est même conservée, bien qu'il n'y reste pas trace de bichlorure ; on trouve ainsi que le sel perd constamment 47,5 pour 100 de son poids, ce qui conduit à la formule suivante

$$2(CrO^3)KO + HgCl.$$

» L'alcool absolu exerce une action analogue à celle de l'éther.

» On essaye vainement de produire une combinaison semblable avec les autres chlorures métalliques; le chlorure de potassium fournit bien une liqueur d'un brun noir, mais il est impossible d'en séparer aucun produit qui semble défini.

» Cette combinaison particulière du bichlorure rappelle la manière tout à fait exceptionnelle dont le même composé se comporte avec les acides : ainsi l'on sait que l'acide sulfurique concentré ou affaibli ne décompose pas le bichlorure de mercure; il en est de même de l'acide nitrique, au sein duquel se forme du sublimé par l'addition de l'acide chlorhydrique. L'acide iodique ne précipite pas davantage le bichlorure, bien que l'iodate de bioxyde de mercure soit tout à fait insoluble. En un mot, le bichlorure de mercure, malgré sa solubilité, résiste à l'effet général des acides énergiques, qui agissent toujours sur les éléments des chlorures dissous, en prenant la base et en éliminant l'acide chlorhydrique.

» Mais si le bichlorure de mercure résiste aux sollicitations de l'affinité dans le sens où elles s'exercent ordinairement; il y cède, par un contraste bien remarquable, dans un sens où il est rare que l'affinité des chlorures se développe. Ainsi, dans le bichlorure de mercure, c'est le chlore qui tend directement à quitter le métal, et les éléments de l'eau n'interviennent pas dans la réaction, au sein même d'une solution aqueuse; aussi la même tendance se manifeste-t-elle si l'on se sert de l'alcool absolu comme dissolvant. Je pourrais rappeler ici les décompositions organiques dans lesquelles le bichlorure de

mercure se trouve réduit; mais le caractère que j'indique ne s'y décèle pas encore assez. L'action de l'iode sur le bichlorure de mercure signale très-clairement cette disposition spéciale du chlore et du mercure combinés. L'iode déplace en réalité le chlore, et forme en même temps du chlorure d'iode et de l'iodure de mercure.

» On pourrait croire que cette décomposition, inverse de celle qui s'exerce à l'égard de tous les autres métaux, est due à l'insolubilité du bichlorure de mercure, mais il n'en est rien. La décomposition ne s'effectue précisément qu'en raison de la solubilité du bichlorure de mercure dans le milieu qui sert de dissolvant; ainsi elle est presque insensible lorsqu'on emploie une solution aqueuse de sublimé, tandis qu'elle peut être complète avec une solution alcoolique. On recueille, par l'évaporation de l'alcool contenant de l'iode et du bichlorure dissous, de beaux cristaux rouges de biiodure. Ce phénomène a induit M. Lassaigne en erreur, et lui a fait décrire (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXIII, p. 106) un composé très-étrange de bichlorure de mercure et d'iode qui n'existe pas. Il avait fondé son existence sur une réaction, très-intéressante d'ailleurs, du bichlorure de mercure sur l'iodure d'amidon; ce dernier est décoloré par le sublimé qui lui enlève l'iode pour former du biiodure de mercure et du chlorure d'iode, tous deux sans action apparente sur l'amidon; mais on fait très-bien reparaître la coloration bleue par une goutte d'iodure de potassium qui réagit sur le chlorure d'iode et met de l'iode en liberté.

» Cette disposition particulière faisait pressentir que l'iodure de mercure ne serait pas attaqué par le chlorure d'iode, et c'est en effet ce que l'expérience confirme. L'iodure de mercure fait exception, sous ce rapport, à tous les iodures métalliques.

» M. François Salmi, dans une Note sur la solubilité de l'iode dans les liqueurs salines (journal *l'Institut*, 2 *janvier* 1844), avait constaté que l'iode disparaît dans une solution aqueuse de bichlorure de mercure, mais la nature tout exceptionnelle de la réaction ne l'avait point préoccupé.

» Je dois ajouter néanmoins que l'affinité de l'iode pour le mercure ne l'emporte plus sur celle du chlore dès que l'on abandonne les dissolvants. Ainsi, dans une atmosphère de chlore, si ce dernier est en grand excès, le biiodure de mercure est entièrement converti en bichlorure. »

CHIMIE. — *Note sur une combinaison nouvelle de soufre, de chlore et d'oxygène; par* **M. E. Millon.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« En cherchant à produire un degré de chloruration du soufre supérieur à celui qui a été obtenu, j'avais remarqué, depuis plusieurs années, la formation d'un produit cristallin que je supposais uniquement formé de soufre et de chlore. Mais en reproduisant plusieurs fois cette combinaison, je finis par découvrir qu'elle ne se formait qu'autant que le chlore était légèrement humide et en grand excès. Dès ce moment, j'y soupçonnai la présence de l'oxygène : à l'aide d'une méthode de préparation particulière, je parvins à obtenir ce produit en quantité très-notable; j'en repris alors l'analyse, et j'y constatai, outre une forte proportion d'oxygène, certaines propriétés qui intéressent au plus haut point la transformation isomérique des composés minéraux.

» On obtient immédiatement le composé nouveau que je signale en faisant tomber quelques gouttes de chlorure de soufre dans un flacon séché imparfaitement et contenant du chlore humecté par son passage dans un flacon de lavage. Une trop grande quantité d'humidité détruirait instantanément ce composé, ou bien en arrêterait la production. Mais, dans les circonstances qui viennent d'être indiquées, le flacon ne tarde pas à se recouvrir de cristaux incolores, transparents, qui se fixent sur les parois. On ne saurait toutefois détacher la combinaison étalée ainsi en couches minces que l'air humide détruit rapidement. Pour préparer la combinaison en quantité notable, de manière à la soumettre à des expériences suivies, on procède différemment.

» On remplit un flacon de 4 ou 5 litres de chlore humide, puis on y introduit d'abord de 20 à 30 grammes de chlorure de soufre, déjà saturé de chlore, et ensuite 2 ou 3 grammes d'eau. On agite et l'on tient le flacon entouré d'un mélange réfrigérant de glace et de sel marin durant quatre ou cinq heures. Il se fait un grand dégagement d'acide chlorhydrique; on remplit de nouveau le flacon de chlore humide, et on le reporte dans le mélange réfrigérant : on renouvelle cette série d'opérations jusqu'à ce que le chlorure de soufre se prenne en une masse cristalline abondante que baigne un excès de chlorure de soufre. Cette formation des cristaux disposés tantôt en aiguilles fines, tantôt en larges lames rhomboïdales, est ordinairement précédée de la production d'un liquide jaunâtre, plus lourd que le chlorure de soufre, dont il se sépare à la manière d'une huile.

» Lorsque les cristaux sont ainsi obtenus, on éprouve une extrême difficulté à les séparer du chlorure de soufre qui les souille. On n'y parvient qu'en faisant passer dans le flacon, durant dix à douze heures, un courant de chlore desséché sur l'acide sulfurique. En même temps que le chlore sec traverse le flacon, on volatilise les cristaux en les faisant passer, à l'aide de charbons incandescents, d'une paroi à l'autre. Malgré ce travail pénible, les cristaux retiennent toujours un ou deux centièmes de chlorure de soufre que l'analyse y constate en proportion d'autant plus grande que le courant de chlore a été moins prolongé.

» Il est à peu près impossible d'analyser ces cristaux immédiatement après leur production : ils sont, en effet, détruits avec une violence extrême qui les projette de tous côtés dès qu'ils viennent à toucher l'eau, ou l'alcool, ou les acides affaiblis. Mais j'ai mis à profit, pour déterminer leur composition, une propriété fort intéressante qui est la suivante : lorsque les cristaux ont été débarrassés de chlorure de soufre autant que possible, on les fait tomber dans un tube de verre bien sec, fermé à l'une de ses extrémités, et dont on effile promptement à la lampe l'extrémité ouverte ; on voit, au bout de deux ou trois mois, ces cristaux se ramollir, devenir pâteux, s'humecter, et au bout de sept ou huit mois, se convertir en un liquide extrêmement fluide et d'une légère coloration jaune presque imperceptible lorsque le courant de chlore a été longtemps prolongé. Il ne s'est fait aucune absorption, aucun dédoublement du composé, qu'il est impossible de faire repasser à l'état solide par l'application d'un froid de — 18 degrés. C'est donc une transformation isomérique qui se montre non-seulement par le changement des propriétés physiques, mais encore par le changement des propriétés chimiques. Ainsi, le liquide projeté dans l'eau ne fait plus entendre le bruit de fer rouge subitement éteint que produisaient les cristaux ; il se laisse très-bien traiter par les acides affaiblis, par l'alcool et par l'eau, au fond de laquelle il se dépose paisiblement sous forme d'une huile qui, à la longue, se change complétement en acides sulfurique et sulfureux, et en acide chlorhydrique.

» Cette transformation est tout à fait d'accord avec son analyse, qui conduit à le représenter comme une combinaison de soufre, de chlore et d'oxygène dans les proportions suivantes :

$$S^2O^3, Cl^2.$$

C'est un composé différent, comme on le voit, de la combinaison chlorosulfurique découverte par M. Regnault, SO^2, Cl, et du liquide analysé par

M. Henri Rose, et représenté, dans sa composition, par

$$S^2O^5, Cl.$$

Quant à l'analyse de la combinaison que je décris, et que l'on peut désigner sous le nom de composé hypochlorosulfurique, on comprend qu'elle n'offre aucune difficulté, du moment où elle porte sur la modification liquide. Il suffit, en effet, d'en remplir une ampoule pesée, que l'on casse dans un flacon contenant de l'acide nitrique nitreux. On modère la vivacité de la réaction en refroidissant le flacon : on dose ensuite facilement le soufre à l'état de sulfate de baryte, et le chlore à l'état de chlorure d'argent.

» Les analyses offrent entre elles une concordance parfaite. »

CHIRURGIE. — *Sur un nouveau procédé de rhinoplastie appliqué avec un succès complet;* Mémoire de M. **Sédillot**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Velpeau, Roux.)

L'auteur donne dans les termes suivants les principales conclusions de son Mémoire :

« On ne saurait espérer aucun résultat avantageux des opérations de rhinoplastie dans le cas où les os du nez, le cartilage de la cloison et les téguments ont été détruits en totalité.

» La persistance des os du nez et du cartilage de la cloison, donnant un point d'appui suffisant au lambeau frontal destiné à reconstituer l'organe, permet d'obtenir de remarquables succès.

» Les conditions opératoires les plus heureuses sont celles où les parties latérales de l'organe ont été partiellement détruites, dans une plus ou moins grande étendue.

» La méthode indienne, dans laquelle on emprunte un lambeau à la joue, est la plus avantageuse quand l'aile du nez manque entièrement, et l'on parvient, par le procédé dont j'expose les détails dans mon Mémoire, à reproduire, et la saillie d'origine de l'aile du nez, et la dépression latérale que l'on y observe. La vitalité et la solidité du lambeau sont assurées, et la difformité se trouve parfaitement corrigée.

» Le lambeau emprunté à la joue doit présenter des dimensions supérieures à la perte de substance, dans la prévision d'accidents de mortification. On prévient cette complication en se bornant à une demi-torsion du pédicule du lambeau, dont un des côtés doit se continuer sans interruption avec l'avivement du bord de la perte de substance. Les cicatrices sont ainsi moins apparentes, et le pédicule tégumentaire moins saillant.

» L'application de la suture entortillée nous paraît indispensable, et de simples moyens agglutinatifs seraient tout à fait insuffisants. Si la réunion primitive échoue, la réunion immédiate secondaire devient une ressource précieuse et réussit beaucoup mieux qu'on ne le suppose généralement.

» Il n'est jamais nécessaire de replier la peau sur elle-même pour éviter des adhérences vicieuses, lorsque les parties en contact sont recouvertes d'une membrane muqueuse. La surface saignante du lambeau s'organise en se cicatrisant, et finit par présenter les caractères des tissus normaux dont elle occupe la place.

» L'atrophie du lambeau anaplastique est moins fréquente que l'hypertrophie, et il ne faut pas tailler de prime abord le lambeau tégumentaire trop volumineux.

» Dans aucun cas, on ne saurait promettre aux malades de les guérir entièrement par une seule opération. Il faut se réserver une période de perfectionnements, et les résultats définitifs ne sont appréciables que dans un temps assez éloigné.

» L'opération dont je présente l'observation date de plus d'une année, et des moules en plâtre permettent d'apprécier l'état de la difformité à laquelle il y avait lieu de remédier, et l'heureux résultat qui a été obtenu. »

CHIRURGIE. — *Observation d'un cas de fracture du crâne et de blessure du cerveau, avec perte de substance;* Mémoire de M. **Rouelle.**

(Commissaires, MM. Flourens, Roux, Velpeau.)

L'individu qui a été le sujet de cette observation avait été frappé dans une rixe, sur le sommet de la tête, avec le manche d'un pesant rateau. M. Rouelle, qui le vit quatre heures après l'accident, reconnut une fracture comminutive de la partie supérieure du crâne. Une portion de la substance cérébrale était sortie à travers une plaie située vers l'union du coronal avec le pariétal droit. M. Rouelle estime que la portion de pulpe qui se montrait ainsi à l'extérieur représentait un volume égal à celui d'une pomme d'api. Il n'y avait point cependant, à ce moment, de trouble dans les fonctions intellectuelles, et le malade répondit pertinemment quand on l'interrogea sur la douleur qu'il ressentait. Tout le côté gauche, d'ailleurs, était privé de mouvement, mais la bouche n'était point déviée. Malgré l'étendue du désordre et la gravité des accidents qui se sont montrés à diverses reprises, un traitement soigneux et bien dirigé a amené une guérison presque complète. Le malade, au bout de six mois, avait complétement recouvré l'usage de la

jambe gauche. Le bras du même côté était cependant encore paralysé.

« Ce qui m'a frappé le plus dans cette observation, dit l'auteur du Mémoire, c'est de voir que de grands désordres peuvent exister dans le cerveaus ans que la mort s'ensuive, sans qu'il y ait trouble des facultés intellectuelles et même sans qu'il y ait de fièvre, car ici la fièvre n'a existé que lorsqu'il y a eu amas purulent; c'est de voir enfin que la sensibilité du cerveau est pour ainsi dire nulle. »

MÉDECINE. — *Expériences comparatives ayant pour but de constater les caractères différentiels de développement, de marche et de durée éruptive du vaccin de* 1844 *et de celui de* 1836; *par* M. FIARD.

(Commission du prix de Vaccine.)

L'auteur, en terminant son Mémoire, présente dans les termes suivants les conclusions auxquelles l'ont conduit ses recherches.

« Ce n'est pas, comme on l'a pensé jusqu'à ce jour, dans le développement plus ou moins considérable des pustules vaccinales, au huitième ou au neuvième jour, qu'il faut voir la preuve essentielle de la dégénérescence de la vaccine, mais bien, comme me l'ont fait reconnaître des observations plus longues et plus complètes, dans la marche, et surtout dans la durée de l'éruption, durée qui diminue progressivement.

» L'appauvrissement des développements pustuleux s'accroît aussi progressivement, comme on l'a vu pour le vaccin de Jenner en 1836. Cet effet n'est bien manifeste qu'après un plus grand nombre d'années, et, je le répète, c'est surtout, comme pour la varioloïde, par l'abréviation de la durée régulière de l'éruption, que se dénote l'atténuation ou la décroissance de la force du virus recueilli sur l'éruption naturelle et spontanée de la vache, porté et entretenu artificiellement sur l'homme.

» Des figures coloriées que je joins à mon Mémoire montrent très-fidèlement les différences sur lesquelles je veux appeler l'attention.

» Le tableau n° 1, dessiné d'après nature, montre le caractère vaccinal des pustules produites sur un enfant par l'inoculation du cow-pox que j'ai recueilli le 1er mai sur une vache.

» Le tableau n° 2, dessiné d'après nature aussi, représente les effets comparatifs de développement, de marche et de durée du nouveau vaccin de 1844 et de celui de 1836 sur le même enfant au bras droit et au bras gauche. Il montre que jusqu'au huitième jour (comme cela a lieu pour la varioloïde et la variole), la différence est nulle; mais à dater du neuvième jour, la dessicca-

tion des pustules de l'ancien vaccin commence; elle est complète du treizième au quatorzième jour. Le nouveau, au contraire, poursuit sa marche et son développement plus lentement, et la dessiccation n'est complète que du seizième au dix-septième jour. C'est donc, entre ces deux vaccins, une différence de trois ou quatre jours.

» Le vaccin de Jenner, après un séjour de trente-neuf ans sur l'homme, comparé en 1836 à celui de 1836, était tombé au point que sa dessiccation avait lieu le douzième jour, tandis que celui de 1836, comme celui de 1844, n'arrivait à la dessiccation complète que le dix-septième jour. Il y avait donc une différence de cinq jours.

» Celui de 1836, aujourd'hui, après huit ans de séjour sur l'homme, comparé à celui de 1844, dont la dessiccation n'est complète que le dix-septième jour, arrive à cette dessiccation du treizième au quatorzième jour; c'est donc trois ou quatre jours qu'il a perdu sous le rapport de la durée éruptive.

» Or, d'après ce qui précède, il est évident que le vaccin de 1836, en huit ans, a subi aujourd'hui une atténuation.

» Donc il faut le remplacer par le nouveau, puis se mettre en mesure pour opérer le renouvellement tous les cinq ou six ans. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Résumé des travaux sur le maïs, et sur le sucre que l'on peut obtenir de cette céréale; suivi d'un exposé de nouvelles expériences faites en* 1844; *par* M. E. PALLAS.

(Adressé pour le concours au prix Montyon.)

« Il résulte, dit l'auteur en terminant son Mémoire, tant de mes précédentes recherches que de celles que je soumets aujourd'hui pour la première fois au jugement de l'Académie:

» 1°. Que le maïs contient incontestablement deux espèces de sucre, l'un cristallisable, identique à celui de la canne à sucre, l'autre incristallisable, liquide, analogue au sucre de raisin;

» 2°. Que l'enlèvement du fruit ou des fleurs femelles augmente dans la tige du maïs la quantité de sucre cristallisable, de manière à convertir, par cette espèce de castration, la tige de la plante en véritable canne à sucre;

» 3°. Que la castration peut être remplacée avec avantage par la section des feuilles faite en temps opportun; que cette opération, pratiquée avant la floraison, ainsi que la section du limbe, en laissant subsister la nervure principale de la feuille, peuvent compromettre l'existence de la plante; qu'en détruisant, au contraire, la nervure principale et laissant pendante la partie

parenchymateuse du limbe, les plantes ne donnent pas de fruits, mais continuent à croître, et la tige reste sensiblement sucrée;

» 4°. Qu'il est indispensable, pour que l'ablation des feuilles produise un effet analogue à la castration, que l'opération soit faite au moment précis où les fleurs femelles présentent leurs pistils; faite plus tôt, la section des feuilles donne une tige qui ne produit ni fruit ni sucre; trop tard, les épis diminueraient dans la tige la quantité de matière sucrée: là où il y a enfin absence complète de fructification, la plante est inhabile à produire du sucre;

» 5°. Que l'on peut aussi, dans une grande exploitation, obtenir tout à la fois du maïs le grain et le sucre; mais que le procédé réellement manufacturable est celui qui consiste à extraire de l'épi, quinze à vingt jours après la fécondation, le jus dont il est pénétré, et à le convertir en alcool; que la tige alors, qui est restée plusieurs jours sur pied ainsi privée de son fruit, peut fournir une quantité de sucre cristallisable aussi considérable que les plantes qui ont été prématurément châtrées ou celles qui ont été rendues inféconde par la section des feuilles. »

M. Ducros soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : *Emploi de la douleur et des sensations en thérapeutique*, Mémoire qu'il résume dans les termes suivants :

« 1°. La douleur occasionnée par les cautères, par les vésicatoires, est utile dans les maladies névralgiques et rhumatismales; mais l'usage intempestif de ces moyens thérapeutiques dolorifères augmente souvent l'irritabilité générale et contribue à exaspérer l'affection névralgique.

» 2°. L'emploi de la douleur par compression et par pincement sur deux points opposés, le long du trajet des nerfs qui se terminent en plexus ou en disposition plexiforme, est une médication des plus sûres et des plus innocentes, qui peut remplacer d'autres médications endolorissantes jusqu'ici plus généralement employées.

» 3°. Dans la migraine, dans le tic douloureux, dans la gastralgie, dans les douleurs du plexus aortique, dans celles du plexus du cœur, et dans la sternalgie, la compression exercée à l'avant-bras, le long du trajet du nerf radial, enlève les douleurs, lorsque la compression est exercée pendant un quart d'heure, de manière à amener une rougeur érythémoïde.

» 4°. La compression des nerfs faciaux à la région parotidienne enlève les douleurs névralgiques de migraine et les douleurs névralgiques rhumatismales de tête.

» 5°. L'hépatalgie peut être enlevée en exerçant une compression sur

l'hypocondre droit endolori, et en pinçant la face antérieure de la cuisse pendant dix minutes;

» 6°. Toutes les douleurs névralgiques, rhumatismales, non inflammatoires des diverses parties du corps, peuvent être atténuées et guéries par des pincements et des compressions en sens inverse.

» 7°. La compression endolorissante du nerf facial à la région parotidienne retentit sur la portion molle de la septième paire, contribue à dégourdir le nerf auditif dans les surdités anesthétiques, et peut même enlever quelquefois instantanément les bourdonnements d'oreilles récents; en sorte que cette compression sert de diagnostic et de moyen de guérison.

» La compression endolorissante sur la trompe d'Eustache, au moyen de l'index porté sur l'arrière-bouche, amène aussi une douleur dans l'oreille, et détermine à l'instant chez le sourd, dans la surdité torpide, une amélioration notable.

» 8°. L'application de l'ammoniaque ou du nitrate acide hydrargyrique sur les trompes d'Eustache, au moyen d'un pinceau, produit un fourmillement très-prononcé dans les oreilles : dans la surdité anesthétique, le sourd entend mieux immédiatement après l'apparition de cette sensation. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MM. Carteaux et Chaillou soumettent au jugement de l'Académie plusieurs *pièces d'anatomie artificielle.*

« Ces pièces, disent les auteurs, sont moulées sur nature au moyen d'un procédé particulier qui n'a pas, comme le moulage au plâtre, l'inconvénient d'affaisser les tissus privés de résistance vitale. Le moule une fois formé, les épreuves sur cuir sont obtenues en nombre suffisant par l'ingénieux procédé du repoussage. Il nous eût été facile d'obtenir du même moule des épreuves en carton, mais cette substance est facilement altérable par l'humidité, et d'ailleurs elle est sujette à des retraits qui altèrent la pureté des formes primitives. Le cuir, au contraire, se prête parfaitement bien au repoussage, il prend et conserve exactement la configuration qu'on lui imprime; il est à la fois léger, solide et très-durable, et il est apte à recevoir, après un encollage préalable, la couleur à l'huile et le vernis. Après avoir reçu ces dernières préparations, nos pièces, comme on peut le reconnaître par l'inspection de celles que nous mettons aujourd'hui sous les yeux de l'Académie, reproduisent exactement les préparations anatomiques telles que le scalpel les a données. Nous croyons donc qu'elles pourront trouver utilement leur place dans les centres d'instruction, surtout dans ceux des contrées où les conditions de tempéra-

ture apportent un obstacle insurmontable aux études anatomiques. Nous croyons aussi qu'elles seront d'un grand secours pour les praticiens éloignés des amphithéâtres. »

Ces pièces sont renvoyées, d'après le désir exprimé par les auteurs, à l'examen de la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie, fondation Montyon.

M. **Jacquelain** adresse un manuscrit ayant pour titre : « *Réclamation au sujet de la communication faite par* M. Peligot *le* 30 *septembre* 1844, et Mémoire à l'appui de cette réclamation. »

Le Mémoire annoncé dans le titre est relatif à la préparation du sesquioxyde de fer pur par deux procédés différents : du protochlorure et du perchlorure de fer purs, du protochlorure de cuivre, du protochlorure de nickel pur, du protochlorure de palladium, et enfin à la préparation du plomb pur; le travail est terminé par des observations sur la réduction de quelques chlorures métalliques par l'hydrogène. « Depuis plusieurs années, dit M. Jacquelain, je me livre à des recherches sur la préparation des corps purs simples ou composés, dans le but de reprendre la détermination de quelques équivalents. La communication faite par M. Peligot dans l'avant-dernière séance me met dans la nécessité de présenter avant le temps les principaux résultats de mon travail. »

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen du travail de M. Peligot.)

M. **Mayor** fils adresse de Lausanne un supplément à son Mémoire sur un *appareil destiné à préserver de l'asphyxie par submersion.*

(Renvoi à l'examen de la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

(*Pièces dont il n'a pas été donné communication à la séance du* 7 *octobre.*)

MINÉRALOGIE. — *Mémoire sur les feldspaths; par* M. **A. Rivière.** (Extrait par l'auteur.)

« On comprenait autrefois sous le nom de feldspath un certain nombre de minéraux qui, par l'ensemble de leurs caractères, et en raison de l'enfance de la science, étaient regardés comme ne faisant qu'une seule espèce miné-

rale. Aujourd'hui, la plupart des minéralogistes regardent, au contraire, l'ancienne espèce feldspath comme formant un groupe d'espèces minérales distinctes : aussi les minéralogistes de notre époque sont-ils tombés dans l'excès contraire à celui qu'on pouvait reprocher à leurs prédécesseurs.

» Dans cette position, j'ai cru devoir employer une méthode différente de celle des autres minéralogistes, moins exceptionnelle et plus conforme aux lois de la nature, il me semble, pour reconnaître parmi les feldspaths les espèces qui pouvaient être regardées comme réellement déterminées, et celles à l'égard desquelles on ne possédait pas assez d'éléments, quelles que soient, du reste, les formules qui devraient les représenter. Ainsi, après avoir discuté les formes cristallines, les clivages, etc., des feldspaths, j'ai réuni toutes les analyses qui pouvaient mériter un certain degré de confiance; j'ai groupé ensuite ces analyses, d'après les analogies de composition, de forme cristalline, de texture, de gisement, et diverses autres considérations, afin de prendre des moyennes; et j'ai obtenu les résultats que j'exposerai bientôt.

» La discussion approfondie dont je viens de parler m'a démontré que l'on pouvait avec certitude admettre les espèces orthose, albite, oligoclase, ryacolite et labradorite, autant que le mot espèce a de valeur en minéralogie.

» D'après différentes considérations, j'ai cru devoir diviser les feldspaths en deux catégories : la première comprend les feldspaths essentiels; la seconde, les feldspaths accidentels.

» Les feldspaths essentiels, c'est-à-dire ceux qui jouent un rôle important dans la composition de l'écorce du globe, se réduisent à six : l'orthose, l'albite, l'oligoclase, la ryacolite, l'andésine, et peut-être même à cinq, l'andésine étant encore très-douteuse. Or, si l'on récapitule les formules respectives des feldspaths essentiels, en exceptant celle de l'andésine qui n'est pas définitive, on a

Pour l'orthose......	$3 Al Si^3 + (K, Na, Ca, Ma) Si^3$;
Pour l'albite.......	$3 Al Si^3 + (Na, K, Ca, Ma) Si^3$;
Pour l'oligoclase....	$3 Al Si^2 + (Na, Ca, K, Ma) Si^3$;
Pour la ryacolite....	$3 Al Si^2 + (K, Na, Ca, Ma) Si^3$;
Pour la labradorite..	$3 Al Si + (Ca, Na, K, Ma) Si^3$.

» D'un autre côté, si l'on récapitule les rapports qui ont fourni les formules précédentes, on a la série suivante :

Pour l'orthose.	1, 3, 12;
Pour l'albite.	1, 3, 12;
Pour l'oligoclase. . . .	1, 3, 9;
Pour la ryacolite. . . .	1, 3, 9;
Pour la labradorite. .	1, 3, 6.

» En jetant les yeux sur les formules précédentes, on voit qu'elles ont entre elles une relation simple, et de plus en plus simple depuis l'orthose jusqu'à la labradorite. La même observation s'applique à la série des rapports. Eh bien, cette série décroissante est conforme à la loi que dévoile la géologie relativement à la cessation de la formation des feldspaths essentiels; car l'orthose, par exemple, qui a été produite la première, ne remonte pas très-haut dans l'échelle des terrains; tandis que la labradorite se trouve encore comme partie constituante dans les laves de notre époque. Ainsi les formules et les rapports sont d'autant plus simples que les feldspaths sont plus modernes.

» Le tableau suivant, qui indique la richesse en silice et oxygène des feldspaths essentiels, ne conduit pas rigoureusement à la même loi, contrairement à ce qu'avaient annoncé divers minéralogistes, notamment M. H. Abick.

Espèces.	Silice.	Oxygène.
Orthose.	63,96	45,23
Albite	68,73	47,71
Oligoclase. . .	62,74	47,16
Ryacolite . . .	64,69	46,35
Labradorite. .	53,36	45,82

» Mais, si la loi qui exprime l'ancienneté relative ou la cessation de la production des feldspaths essentiels n'est pas rigoureusement en rapport avec les teneurs respectives en silice et en oxygène de ces espèces, lorsqu'on les envisage seules, c'est-à-dire indépendamment de leurs associations en grand avec les autres minéraux, elle existe réellement quand on interprète d'une manière convenable le fait naturel. On découvre, en effet, la loi ou la relation qui existe entre l'ordre d'ancienneté et les teneurs en silice et en oxygène, si l'on considère, non l'élément feldspathique de chaque roche feldspathique, mais bien l'ensemble des minéraux essentiels de chaque roche feldspathique; ensemble qui formait primitivement un bain à l'état igné, avant le départ des éléments chimiques, dont le résultat a été, par suite du refroidissement et de la cristallisation plus ou moins confuse de la masse, la produc-

tion des divers minéraux essentiels qui constituent la roche feldspathique. C'est donc la somme des teneurs en silice et en oxygène de chaque minéral qui entre essentiellement dans la composition de la roche feldspathique, et non les teneurs de l'élément feldspathique seulement, qu'il faut prendre pour trouver la loi énoncée. En suivant cette méthode, qui est la seule naturelle, on voit alors que les roches feldspathiques sont d'autant plus anciennes qu'elles sont plus riches en silice et en oxygène.

» En admettant que les roches feldspathiques les plus anciennes sont les plus riches en silice et en oxygène, qu'en outre les proportions de ces substances diminuent graduellement à mesure que l'on considère des roches feldspathiques de plus en plus modernes, l'alumine, y compris ses isomorphes, suit généralement une proportion inverse dans les mêmes roches.

» Si l'on examine dans les feldspaths les teneurs en potasse, en soude et en chaux, on trouve que l'orthose ou le plus ancien feldspath est à base de potasse, que l'albite est à base de soude, que l'oligoclase est à base de soude et de chaux, que la ryacolite est à base de potasse et de soude, qu'enfin la labradorite et l'andésine sont à base de chaux et de soude; c'est-à-dire que d'une manière générale, la potasse est la plus ancienne des trois bases, tandis que la chaux est la plus moderne.

» Les densités des feldspaths sont :

Pour l'orthose..........	2,56
Pour l'albite...........	2,61
Pour l'oligoclase........	2,66
Pour la ryacolite........	2,61
Pour la labradorite......	2,71

» Or, ce tableau montre approximativement que les densités des felspaths sont d'autant plus grandes que ces minéraux sont plus modernes. Mais, pour rétablir dans son entier cette relation qui existe entre la densité et l'ordre d'ancienneté, il faut encore embrasser l'ensemble des minéraux qui composent essentiellement chaque roche feldspathique.

» La série des teneurs en silice et en oxygène des feldspaths essentiels, celles de leurs densités et de leurs fusibilités, ainsi que leurs associations avec les autres minéraux et leurs gisements habituels, montrent qu'il existe une sorte de parenté entre chaque feldspath essentiel, et les différents autres minéraux qui lui sont associés pour former les roches.

» L'espèce d'affinité ou de parenté qui existe entre certains minéraux est d'un grand secours en géologie; car étant connues une ou plusieurs espèces

minérales qui constituent une roche, on peut en quelque sorte déterminer d'avance les autres, si leurs caractères sont masqués, et, par suite, arriver à la détermination de la roche et même de son âge. »

PHYSIQUE. — *Recherches concernant la chaleur qui devient latente dans le passage de l'état solide à l'état liquide;* Lettre de M. **Person**.

« J'ai annoncé l'année dernière (*Comptes rendus*, tome XVII, page 495) que les substances simples ou composées, ayant le même point d'ébullition, avaient aussi la même chaleur de vaporisation, et que, pour les autres, les chaleurs de vaporisation étaient exactement dans l'ordre des températures d'ébullition. Cette année, j'ai cherché s'il y aurait aussi quelque loi simple relativement à la chaleur qui devient latente dans le passage de l'état solide à l'état liquide. J'ai examiné d'abord le cas des mélanges réfrigérants. Pour ceux qui sont formés de glace et d'un sel quelconque, bien qu'ici la glace se fonde au-dessous de zéro, et par une action chimique donnant réellement lieu à un composé nouveau, la chaleur latente est précisément celle de la glace isolée et du sel se dissolvant dans l'eau qui en résulte. Il suit de là qu'avec ces mélanges on peut reformer plus de glace qu'on n'en emploie; j'ai vu, par exemple, que 70 grammes de glace et 20 grammes de sel ammoniac donnaient environ 90 grammes de glace quand le vase où se faisait le mélange était plongé dans de l'eau à zéro. Ces expériences viennent à l'appui de ce principe qu'on travaille maintenant à établir, qu'en partant du même point pour arriver au même résultat, la chaleur dépensée des produits est toujours la même, quelle que soit la marche que l'on suive.

» J'ai été ainsi conduit à mesurer la chaleur qui devient latente pendant la dissolution des sels dans l'eau. J'ai reconnu que cette chaleur variait considérablement, suivant les proportions de sel et d'eau. Il faut 22 calories pour dissoudre 1 gramme de sel marin dans 50 grammes d'eau; 10 calories suffisent pour le dissoudre dans 4 grammes. Il en faut moins encore si l'eau est salée; par exemple, il ne faut que 3 calories si l'eau contient $\frac{1}{6}$ de sel.

» Un fait curieux qui résulte de là, c'est qu'il se produit du froid quand on étend d'eau certaines dissolutions salines; on voit même, par les nombres cités plus haut, qu'il faut moins de chaleur pour dissoudre 1 gramme de sel marin solide que pour étendre d'eau sa dissolution. J'ai appris, par un des derniers numéros du journal *l'Institut*, que M. Graham, à Londres, avait aussi étudié le froid produit par la dilution des dissolutions salines. Mais M. Graham n'a pas mesuré les chaleurs latentes; il est même impossible de

les déduire de ses expériences, puisqu'il n'a pas déterminé les chaleurs spécifiques des dissolutions.

» Il est à remarquer que, malgré l'absorption de chaleur, il y a diminution de volume; j'ai constaté que la densité de la nouvelle dissolution surpassait la densité moyenne.

» Les dissolutions de chlorure de calcium produisent toujours de la chaleur quand on les étend d'eau; c'est donc tout le contraire de ce que nous venons de voir pour le chlorure de sodium. Le chlorure de calcium cristallisé produit toujours du froid; mais ce sel, avec lequel on fait des mélanges capables de congeler le mercure, ne rend cependant pas latente une très-grande quantité de chaleur; ainsi, dans les proportions citées plus haut, qui, avec le sel ammoniac, fournissent 20 grammes de glace, il n'en donne que $5\frac{1}{2}$ tout au plus.

» J'ajouterai maintenant un mot pour la chaleur de fusion. Comme on voit une action chimique dans la dissolution d'un sel, et qu'en général, une action chimique produit de la chaleur, on serait tenté de croire que la chaleur latente de dissolution doit être moindre que celle de fusion. C'est ce qui a lieu en effet pour le chlorure de calcium, pour l'azotate de soude; mais c'est le contraire pour l'azotate de potasse, pour le chlorate de potasse.

» J'ai trouvé qu'en prenant pour unité la chaleur nécessaire à la fusion de 1 atome de glace, on avait à peu près 6 pour le chlorure de calcium, 8 pour les azotates de soude et de potasse, 9 pour le chlorate de potasse: c'est l'ordre de fusion, mais la liste est encore trop courte pour rien conclure.

» Dans ces recherches, ayant eu besoin de mesurer des températures supérieures à celle de l'ébullition du mercure, j'ai prolongé le thermomètre d'environ 100 degrés; une pression de 4 atmosphères est suffisante pour maintenir le mercure sans ébullition dans un thermomètre jusqu'à 450 degrés. Cette pression ne produit pas de dilatation qu'on doive ici considérer; elle n'a pas même empêché le zéro de mon thermomètre de remonter peu à peu de 2 degrés. Avec un autre dont la boule était, il est vrai, plus mince, ayant voulu aller jusqu'à 500 degrés, il s'est fait une dilatation notable et permanente; la pression alors était d'environ 30 atmosphères. »

M. E. **Robert** adresse des *Observations sur quelques genres d'altération qui surviennent, à la longue, dans la structure des pierres et ciments exposés à l'air.*

Le but que se propose l'auteur est, d'une part, de prouver que dans la plupart de ces altérations les causes auxquelles on a coutume de les rapporter

n'agissent que d'une manière secondaire, et, de l'autre, de déduire, de la connaissance des causes principales, les moyens de conservation.

Le premier mode d'altération qu'indique M. Robert est celui qu'on peut désigner sous le nom de *désagrégation vermiculaire*, parce qu'il rappelle en effet ce genre d'ornement que les architectes nomment *travail vermiculaire*.

« Cette désagrégation que présentent, dans les monuments de Paris, le calcaire grossier, et dans ceux d'une partie de la Normandie, la craie tufau, est, dit M. Robert, trop symétrique pour qu'on n'y voie pas le résultat d'un nouvel arrangement de molécules de calcaire de sable entre elles; nous rapprochons de cette modification une autre non moins singulière, qu'on peut remarquer dans le ciment à la chaux et au sable des murailles, également exposées aux intempéries de l'air.

» Depuis que M. Al. Brongniart a fait connaître la tendance de la silice hydratée à se convertir en orbicules, en anneaux siliceux, ou à devenir des solides à contours courbes, j'ai observé, poursuit M. Robert, dans le ciment calcaréo-sablonneux des murailles, une transformation qui me paraît devoir se rapporter à la même cause. Dans ces murailles, dans les plus anciennes principalement, on voit le ciment qui lie les pierres meulières entre elles, prendre une structure amygdalaire, et si l'on vient à briser les amandes qui s'en détachent, on les trouve composées de couches concentriques que le moindre choc suffit pour isoler les unes des autres; il n'est pas même nécessaire de recourir à ce moyen : par suite du gonflement qu'éprouvent ces amandes dans le nouvel arrangement moléculaire qui s'y passe, elles se divisent d'elles-mêmes, ou se désemboîtent; le relief que forment les amandes en partie délitées, permet alors de voir facilement à la surface des murailles et dans les intervalles que laissent les pierres entre elles, la disposition en orbicules que je viens de signaler.

» Lorsque les pierres de taille ne sont pas de nature à se désagréger facilement à l'air, et si ces pierres renferment de nombreux moules de coquilles univalves, on voit dans les monuments d'une époque plus ou moins récente (1), tous les vides qui résultent de la disparition des moules tombés pendant la taille de la pierre, occupés par une petite espèce d'araignée dont les toiles arrondies présentent de loin comme une foule de taches que l'on prendrait volontiers pour des éclaboussures. Pendant longtemps ces petites toiles n'offrent

(1) On peut en voir des exemples frappants sur le grand hôtel de la Cour des Comptes du quai d'Orsay, sur le nouveau corps de logis de la Chambre des Pairs, etc.

aucun inconvénient, mais à la longue elles s'imprègnent de poussière; l'humidité survient; l'araignée, ne voyant plus fonctionner le rets qu'elle a ainsi disposé pour arrêter au passage les moucherons, déloge, et alors des cryptogames (*Lichen geographicus, saxatilis, etc.*) ne tardent pas à s'emparer de leur demeure, et, en s'étendant, finissent par dégrader les pierres..... »

M. **Onofrio Abbate** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle ont été renvoyées ses communications sur les *fonctions de la rétine* et le diagnostic de certaines *affections de l'organe de la vue.*

Pièces de la séance du 14 octobre.

« M. **Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire** présente, de la part de M. **Payer**, le premier volume d'un *Cours d'Histoire naturelle* fait en 1772, par Michel Adanson. Ce célèbre académicien, mort en 1806, dans un âge fort avancé, a laissé plusieurs ouvrages manuscrits, et particulièrement le second volume de son *Voyage au Sénégal*, une seconde édition de ses *Familles naturelles des plantes*, un *Cours complet d'Histoire naturelle*, et un *Cours de Botanique rurale*. M. Adanson, neveu de notre ancien confrère, et aujourd'hui possesseur de ces précieux manuscrits, a eu la pieuse pensée et a pris la résolution de les publier, et M. Payer a accepté le soin de diriger cette importante publication. Le premier volume du *Cours d'Histoire naturelle* renferme un Discours préliminaire qui donne une idée du plan et des vues d'Adanson, et les Leçons sur l'Homme, les Mammifères et les Oiseaux. Le second volume ne tardera pas à paraître, et sera précédé d'une Notice étendue et en grande partie nouvelle de M. Payer, sur la vie et les travaux d'Adanson. »

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. **Parchappe**, des *Recherches sur la structure et les mouvements du cœur* (*voir* au *Bulletin bibliographique*), et donne, dans les termes suivants, une idée du plan et de l'exécution de cet ouvrage :

« La structure du cœur a été étudiée par M. Parchappe chez l'homme, le lapin, le dindon, l'anguille et la grenouille. Les mouvements de cet organe ont été observés sur la grenouille et le lapin.

» L'un des principaux résultats des recherches de l'auteur se rapporte à la structure et au mécanisme des appareils valvulaires placés aux ouvertures auriculo-ventriculaires.

» Les colonnes musculaires qui font partie de ces appareils, et dont la disposition peut être ramenée à un type constant dans chaque espèce animale, prennent, surtout chez l'homme, une part importante à l'occlusion des anneaux valvulaires et des orifices auriculo-ventriculaires. Le rapprochement de ces colonnes par suite de la contraction musculaire, rapprochement qui va jusqu'à produire une sorte d'engrènement, ferme activement les orifices auriculo-ventriculaires. L'écartement des colonnes, résultat du relâchement musculaire et de la pression du sang, ouvre passivement ces orifices.

» Le rôle actif des appareils valvulaires, prédominant chez l'homme, se restreint graduellement à mesure qu'on l'examine en descendant l'échelle des animaux vertébrés, pour disparaître complétement dans les classes inférieures. C'est ce qu'établit l'étude de la conformation de ces appareils, chez l'homme, le singe, le chien, le chat, le lièvre, le lapin, le cheval, le cochon, le mouton, le veau, le dindon, la grenouille et l'anguille.

» Les recherches anatomiques de M. Parchappe sur le cœur de l'homme ont eu, en outre, pour but la détermination et la description plus exactes des divers ordres d'anses musculaires dont l'ensemble constitue le cœur. »

CHIMIE. — *De l'action que l'iode exerce sur quelques sels, et des produits qui en résultent; par* M. Filhol.

« Il y a déjà plusieurs années que M. Berthemot produisit pour la première fois un composé d'iode et de plomb, d'une belle couleur bleue; ce composé fut mentionné un peu plus tard par M. Denot; enfin, il a été étudié dans ces derniers temps par M. Durand.

» Pour établir sa composition chimique, j'étudie d'abord celle des solutions qui servent à le produire : cette première partie de mon travail renferme l'étude de l'action que l'iode exerce sur les carbonates. Le résultat de mes expériences prouve que l'iode agissant à froid sur les carbonates alcalins forme du bicarbonate, de la base, de l'iodure et de l'iodate.

» En étudiant l'action qu'une solution de biiodure de potassium exerce sur une solution d'acétate de plomb, j'ai réussi à produire un précipité d'un rouge violacé, très-instable; ce composé, chauffé à 110 degrés, perd 26,66 pour 100, ou sensiblement 1 équivalent d'iode, et laisse un résidu formé de $I^2Pb + PbO$. Si l'on a eu soin de ne pas dépasser 110 degrés, ce résidu est d'un beau vert; mais si la température est élevée jusqu'à 130 ou 140 degrés, il perd sa couleur verte et devient d'un jaune pâle, sans perdre la plus légère trace d'iode.

» La composition de cette poudre rouge est telle, qu'on peut la considérer comme formée de biiodure de plomb combiné à de l'oxyde de plomb $(2I^2 + Pb) + PbO$, ou bien comme formée de $I^2Pb + I^2PbO$.

» Traitée par de l'acide acétique en excès, cette poudre est décomposée; de l'iode est mis à nu, de l'oxyde de plomb se combine à l'acide acétique, et il reste pour résidu un nouvel oxydo-iodure de plomb, formé de $2I^2Pb + PbO$.

» Je prouve enfin, dans la dernière partie de mon travail, que cette poudre rouge constitue l'un des éléments du composé bleu dont j'ai déjà parlé, et qu'il suffit, pour produire ce dernier, de mettre la poudre rouge encore humide en contact avec du carbonate de plomb à l'état naissant; ou mieux encore, de se servir d'une solution qui les produise tous les deux en même temps : la poudre bleue constitue un composé d'un nouveau genre, et je propose de lui donner le nom d'*iodo-carbonate de plomb*.

» On l'obtient très-belle en se servant, pour précipiter une dissolution d'acétate de plomb, d'une dissolution formée d'une proportion de biiodure de potassium, et de quatre de carbonate de potasse.

» Enfin, je donne le moyen de transformer l'iodure de plomb jaune ordinaire en une poudre d'un beau bleu.

» L'analyse d'un bel échantillon de ce composé bleu m'a conduit à lui assigner la formule

$$I^2Pb + I^2PbO + 4(C^2O^2PbO). »$$

CHIMIE. — *Recherches sur les produits résultant de l'action de l'iode et du chlore sur l'ammoniaque; par* M. A. BINEAU. (Extrait par l'auteur.)

Composé ordinairement désigné sous le nom d' iodure d'azote.

« Les difficultés que présente le maniement de l'iodure d'azote ont empêché jusqu'à présent d'en déterminer, au moyen de l'analyse, la véritable nature. A défaut de données expérimentales positives, des conjectures ont servi de bases à deux conceptions fort différentes, présentées successivement, à l'égard de sa composition. D'après la plus ancienne, émanant de M. Colin, l'azote et l'iode seraient les seuls éléments de la substance, et s'y trouveraient réunis dans le rapport de 1 volume du premier à 3 volumes de vapeur du second. Cette opinion a été récemment combattue par MM. Millon et Marchand. Voyant apparaître l'hydrogène à l'état d'iodhydrate d'ammoniaque parmi les produits de la détonation du prétendu iodure d'azote, ils en conclurent qu'il était nécessairement hydrogéné, et ils le regardèrent comme un *iodure d'amide*, dont la composition élémentaire serait représentée, en volumes aéri-

formes, par 1 d'iode, 1 d'azote et 2 d'hydrogène. On va voir que les épreuves analytiques ne sont venues justifier ni l'une ni l'autre de ces deux manières de voir. La substance à analyser ne se prêtant pas à une pesée directe, j'en ai pris, pour chaque opération, une quantité indéterminée, et j'ai cherché à évaluer les quantités relatives de ses divers éléments.

» Une remarque de Sérullas aurait pu, étant approfondie, mettre sur la voie de la vérité; en effet, ce chimiste signala la production constante d'acide iodhydrique libre après la décomposition de l'*iodure d'azote* par l'acide sulfhydrique. N'ayant point apprécié la quantité de cet acide iodhydrique libre, il en attribua l'origine à une petite quantité d'iode resté à l'état de simple mélange avec l'iodure. Ceci s'accorderait parfaitement avec la pensée d'un *iodure d'amide*. Mais la proportion d'iode transformé dans cette circonstance en hydracide libre est loin d'être insignifiante; elle n'est pas moindre que la portion de cet élément qui passe à l'état d'iodhydrate neutre, même quand la matière soumise à l'expérience, ayant été préparée avec un grand excès d'ammoniaque, ne saurait être accompagnée d'iode non combiné. J'en ai trouvé la preuve dans les expériences que j'ai décrites.

» On voit d'ailleurs qu'il faut rejeter la composition proposée dans ces derniers temps, aussi bien que la première admise, et y substituer la suivante :

Azote.	1 volume de vapeur, ou bien	un triple équivalent	175 (*)	ou	5,23
Iode.	2 volumes.	2 équivalents	3160		94,40
Hydrogène. . .	1 volume.	1 équivalent	12,5		0,37
			3347,5		100,00

» La formule atomique $Az I^2 H$ ou $Az^2 I^4 H^2$, qui représente cette composition, se prête aux trois formes systématiques suivantes :

$$AzH + I^2;\quad Az^{\frac{1}{3}} H + Az^{\frac{2}{3}} I^2 \quad \text{ou} \quad Az^2 H^6 + 2Az^2 I^6;\quad Az^2 \begin{matrix} H^2 \\ I^4 \end{matrix}.$$

(*) La science se trouve enrichie maintenant d'un principe généralement adopté, auquel doivent se rattacher, ce me semble, les vues que j'ai émises au sujet de l'équivalent de l'azote (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XLVII, p. 241). On admet, en effet, pour certains corps composés ce qu'on pouvait appeler des équivalents condensés, tels que, par exemple, la quantité $C^{24} H^{10} O^{11}$ d'acide citrique, qui est regardée comme saturant 3 équivalents de base, et qui, par conséquent, représente un triple équivalent d'acide. Pourquoi refuserait-on d'appliquer à l'azote des considérations analogues?

» La première est le symbole de la théorie qui considérerait le produit détonant comme une combinaison d'iode et du composé hypothétique nommé *imide* par M. Laurent. Admettra-t-on ce radical, soit comme un produit qui doit se révéler un jour à l'état isolé entre les mains des chimistes, soit seulement comme un être d'imagination destiné à faciliter l'énoncé de la composition de certains corps? alors l'iodure hydrogéné d'azote prendra le nom d'*iodure d'imide*. Il serait à désirer, toutefois, que la dénomination d'*imide* fût remplacée par une autre dont la consonnance s'éloignât davantage du mot *amide*.

» La deuxième formule à laquelle correspondra le nom d'*iodure d'azote ammoniacal*, calqué sur celui d'azoture ammoniacal de potassium, représente un composé formé de 2 atomes d'iodure d'azote et de 1 atome d'ammoniaque, composé analogue à beaucoup d'autres combinaisons admises.

» Enfin, la troisième formule présente la substance dont il est question comme de l'ammoniaque dans laquelle aux deux tiers de l'hydrogène s'est substituée une quantité équivalente d'iode. La formule $Az^2(H^2, I^4)$ aurait à peu près la même portée. La nomenclature de M. Laurent, appliquée à ce cas de substitution, fournirait le nom d'*iodammoniaquèse*. Celui d'iodhydrure d'azote, quoique moins significatif, puisqu'il n'indique pas le rapport des éléments constitutifs, pourra paraître préférable à beaucoup de chimistes, comme plus en harmonie avec les règles de la nomenclature usuelle.

Chlorure d'azote.

» Plusieurs chimistes paraissant persuadés de la présence de l'hydrogène dans le chlorure d'azote aussi bien que dans la combinaison iodurée, un d'entre eux croyant même avoir acquis des preuves expérimentales décisives de la similitude de composition de ces deux produits, il m'a semblé utile d'étendre au chlorure les recherches qui m'avaient dévoilé la véritable nature du composé formé par l'iode. J'ai essayé successivement l'emploi de l'acide arsénieux, puis de l'acide sulfhydrique, et finalement du mercure.

» Du chlorure d'azote, ayant été agité avec un excès d'acide arsénieux en dissolution dans l'eau, s'est changé en acide chlorhydrique, ammoniaque et azote libre, qui se dégageait peu à peu. Dans la liqueur ainsi obtenue, l'hydrogène cédé aux éléments du chlorure d'azote a été évalué par un moyen pareil à celui qui fut mis en usage pour l'analyse de l'iodhydrure. Le chlore fut dosé à l'état de chlorure d'argent. Enfin, pour connaître la proportion d'ammoniaque, je me suis servi d'un procédé dont j'ai constaté l'exactitude

par plusieurs épreuves, et qui m'a seul réussi pour la détermination de très-faibles quantités de cet alcali. Une portion de la liqueur était soumise à la distillation avec la chaux dans un appareil où l'ammoniaque volatilisée était appréciée d'après l'acide qu'elle neutralisait.

» J'ai été conduit aux résultats suivants, relatifs à 10 centimètres cubes de liqueur.

Hydrogène cédé (*)	$0^{gr},00063$
Chlore (**)	$0^{gr},0154$
Azote passé à l'état d'ammoniaque (***)	$0^{gr},00089$

d'où l'on déduit

Hydrogène acidifiant le chlore	$0^{gr},00044$
Hydrogène existant dans l'ammoniaque	$0^{gr},00019$
Total	$0^{gr},00063$

» L'identité de ce dernier nombre avec le premier montre que la totalité de l'hydrogène trouvé dans les produits de la destruction du chlorure d'azote est étrangère à sa constitution : l'azote et le chlore en sont bien réellement les éléments uniques.

» Pensant que la réaction de l'acide sulfhydrique serait assez forte pour ne laisser dégager que des traces négligeables d'azote, j'ai cherché à la mettre à profit pour la détermination du rapport de l'azote au chlore.

» 40 centimètres cubes du liquide obtenu en agitant le chlorure d'azote

---

(*) 150 centimètres cubes d'acide arsénieux au titre nommé *normal* par M. Gay-Lussac, ont été ajoutés au chlorure d'azote, et ont formé, avec ce produit et l'eau qui le recouvrait, un volume de 184 centimètres cubes; il y avait donc $8^{c.c.},15$ de solution arsénieuse dans 10 centimètres cubes de liqueur.

60 centimètres cubes de cette liqueur ont détruit $6^{c.c.},79$ de dissolution chlorée normale, soit $1^{c.c.},13$ pour 10 centimètres cubes. La différence $8,15 - 1,13$ ou $7^{c.c.},02$, indique donc l'acide arsénieux consommé par la réaction du chlorure d'azote, et fixe le poids de l'hydrogène cédé à $7,02 \times 0^{milligr.},0895 = 0^{milligr.},628$.

(**) 25 centimètres cubes de liqueur ont donné $0^{gr},156$ de chlorure d'argent, contenant 0,0385 de chlore, soit 0,0154 pour 10 centimètres cubes.

Ce résultat a été confirmé par un autre obtenu au moyen de l'azotate d'argent titré.

	1re expérience.	2e expérience.
(***) Liqueur traitée par la chaux	$30^{c.c.},00$	$30^{c.c.},00$
Acide titré dans lequel a été reçue l'ammoniaque	$5^{c.c.},72$	$6^{c.c.},28$

(Il contenait par litre $11^{gr},275$ d'acide chlorhydrique sédécihydraté, c'est-à-dire la valeur

avec de l'eau saturée de gaz sulfhydrique ont donné, après l'expulsion de l'excès de ce gaz, $0^{gr},276$ de chlorure d'argent, dénotant 0,0171 de chlore pour 10 centimètres cubes.

» De plus, par des essais semblables à ceux qui ont été mentionnés tout à l'heure, j'ai obtenu les quantités d'azote ci-après :

milligr.					
12,50	pour	$60^{c.c.},0$,	soit	2,09	pour 10 centimètres cubes.
4,19	pour	$20^{c.c.},0$,	soit	2,10	
5,87	pour	$30^{c.c.},0$,	soit	1,98	
3,86	pour	$20^{c.c.},0$,	soit	1,93	
10,53	pour	$52^{c.c.},4$,	soit	2,01	
		Moyenne....		2,02	

d'où l'on déduit, pour le rapport du chlore à l'azote,

$$\frac{1,0171}{0,00202} = 8,5.$$

» Il s'est développé quelques bulles d'azote pendant le traitement par l'acide sulfhydrique.

» Les données expérimentales fournissent un excès de chlore. La matière analysée avait été lavée abondamment à l'eau distillée, et l'azotate d'argent ne produisait qu'une légère opalinité dans les dernières eaux de lavage. Il est possible néanmoins qu'elle ait retenu du chlore en dissolution. Quoi qu'il en soit, les résultats de l'analyse ne laissent pas de prise à l'incertitude sur la constitution atomique de la substance.

---

en grammes de $\frac{1}{200}$ d'équivalent. Par conséquent, chaque centimètre cube devait saturer une quantité d'ammoniaque renfermant $\frac{175}{200}$ de milligramme ou $0^{milligr.},875$ d'azote.)

Eau de chaux achevant de neutraliser l'acide qui avait absorbé l'ammoniaque :

$3^{c.c.},86$ $4^{c.c.},78$

(10 centimètres cubes d'acide titré exigeaient pour leur saturation $14^{c.c.},7$ de cette eau de chaux.)

L'acide neutralisé par l'ammoniaque est donc

$$5,72 - \frac{3,86}{1,47} = 3^{c.c.},09 \qquad 3^{c.c.},03$$

et l'azote de l'ammoniaque, pour 10 centimètres cubes de liqueur,

$$\frac{3,09}{3} \times 0,875 = 0^{milligr},90 \qquad 0,885.$$

» Après avoir reconnu la dissemblance de composition des combinaisons azotées fulminantes du chlore et de l'iode, j'ai voulu analyser le produit ioduré produit par double décomposition, selon les indications de M. Millon, et, pour le préparer, je fis agir le chlorure d'azote sur une dissolution très-étendue d'iodure de potassium. Mais, placé apparemment sous l'empire inattendu de circonstances différentes, la poudre brune que j'obtins n'était autre chose que de l'iode. En même temps qu'elle se formait, il se dégageait de l'azote.

» En résumé :

» 1°. La composition du produit que l'on nomma d'abord *iodure d'azote*, puis plus récemment *iodure d'amide*, est à la fois en désaccord avec l'une et l'autre de ces deux dénominations. Elle se représente par de l'ammoniaque, dans laquelle les deux tiers de l'hydrogène sont remplacés par une quantité équivalente d'iode.

» 2°. Avec l'appui de preuves nouvelles, je ne puis que persister à admettre le rapport de 3 équivalents d'ammoniaque à 2 équivalents d'iode, dans le liquide résultant de l'absorption par l'iode du gaz ammoniac sec.

» 3°. C'est à tort que la constitution du chlorure d'azote a été assimilée à celle de l'iodhydrure. L'opinion primitive doit rester dans la science. Le chlorure d'azote n'est composé que d'azote et de chlore, réunis dans le rapport de 1 volume du premier à 3 volumes du second.

» A la suite des nombreux rapprochements que l'on a faits entre l'ammoniaque et le gaz oléfiant, on peut en ajouter un autre, fondé sur la nature des produits de leur décomposition par le chlore et par l'iode. Nous les voyons en effet, tous les deux, donner avec le chlore, par voie de substitution, des composés binaires où l'hydrogène est totalement éliminé, tandis qu'avec l'iode, la métalepsie, toujours moins complète, ne donne naissance qu'à des combinaisons ternaires dans lesquelles une partie de l'hydrogène reste invinciblement engagée. »

CHIMIE. — *Note sur la densité des vapeurs d'acide acétique, d'acide formique et d'acide sulfurique, concentrés; par* M. A. **Bineau**. (Extrait par l'auteur.)

Acide acétique.

» Les résultats qu'a obtenus M. Dumas sur la densité de la vapeur d'acide acétique sont consignés dans le tome V de son *Traité de Chimie*. Leur singularité suggéra d'abord à cet illustre auteur une supposition qu'on trouve mentionnée dans son ouvrage; mais, soumise par lui au contrôle de l'expérience, elle ne fut point vérifiée par l'analyse. C'est ce savant lui-même qui daigna m'engager à exécuter sur l'acide acétique de nouveaux essais, et à re-

chercher s'il ne donnerait pas lieu à des incidents analogues à ceux que m'a présentés l'acide chlorhydrique hydraté dans la détermination du poids spécifique de sa vapeur.

» La méthode de M. Gay-Lussac et celle de M. Dumas, employées successivement, m'ont donné à peu près le même résultat pour la densité de la vapeur de l'acide acétique concentré. Voici les données des deux expériences :

I.	Poids de l'acide contenu dans l'ampoule.	$0^{gr},306$
	Volume de la vapeur.	$143^{c.c.},5$
	Température.	129°
	Hauteur du baromètre	$0^{m},757$
	Différence des niveaux du mercure	$0^{m},124$

» Après le refroidissement de l'appareil et l'enlèvement du chlorure de calcium qui entourait la cloche, j'introduisis dans celle-ci de l'eau distillée, je la renversai avec précaution après l'avoir fermée avec une lame de verre dépoli, et j'essayai le liquide acide qu'elle renfermait au moyen d'une liqueur alcaline titrée : elle accusa $0^{gr},295$ d'acide acétique concentré (*).

	Densité déduite de la pesée directe.	2,88
	Densité déduite du résultat acidimétrique.	2,78
II.	Ballon ouvert.	$139^{gr},783$
	Température au moment de la fermeture.	132°
	Hauteur du baromètre.	$0^{m},757$
	Ballon fermé contenant l'acide.	$140^{gr},500$
	Température pendant la pesée.	15°
	Hauteur du baromètre pendant la pesée.	$0^{m},750$
	Ballon ouvert contenant l'acide.	$14^{gr},166$
	Capacité du ballon.	$550^{c.c.}$
	Densité de la vapeur.	2,86

» L'acide ayant été mis en grand excès dans le ballon, et la chaleur étant toujours allée croissant, il ne devait point rester sensiblement d'air avec la vapeur, ce qui est d'ailleurs vérifié par les deux pesées du ballon renfermant l'acide. Avant d'évaluer la contenance de ce vase, je pris une partie du liquide qu'il renfermait pour en déterminer la capacité de saturation, et j'en évaporai une autre portion à siccité. La capacité de saturation se trouva à très-peu près au même degré que dans la matière primitive, et le résidu de l'évaporation ne fut que de $\frac{1}{200}$.

(*) Alcali neutralisant l'acide, $10^{c.c.},0$. $2^{gr},218$ d'acide chlorhydrique à 16 équivalents d'eau exigeaient $25^{c.c.},0$ de la liqueur alcaline.

» Rappelons que les expériences de M. Dumas, exécutées vraisemblablement sur des acides d'une pureté plus complète, donnèrent pour expression de la même densité, de 2,7 à 2,8.

» Ainsi, la concordance des résultats obtenus par les deux méthodes, la conservation de la capacité de saturation, l'exiguïté du résidu laissé par l'évaporation de l'acide provenant de la seconde expérience, et avant tout cela l'analyse que fit M. Dumas du produit d'une opération semblable, tout concourt à établir d'une manière incontestable que les nombres obtenus se rapportent nécessairement à l'acide acétique concentré $C^8H^4O^4$, dont l'équivalent doit par conséquent être divisé par 3 pour correspondre à la densité de la vapeur. Le nombre théorique serait 2,76.

Acide formique.

» Du formiate de plomb, purifié par des cristallisations réitérées et des lavages à l'alcool, puis desséché soigneusement, fut soumis, dans une cornue tubulée, à un courant de gaz sulfhydrique sec, auquel succéda un courant d'acide carbonique. La distillation fut ensuite effectuée dans un bain de chlorure de calcium, en rejetant les premières portions où l'odeur sulfhydrique se faisait légèrement sentir. Le produit obtenu servit aux expériences dont je vais donner les détails.

I. Acide formique contenu dans l'ampoule qui fut introduite dans l'appareil de M. Gay-Lussac		$0^{gr},230$
Volume de la vapeur		$146^{c.c.}$
Température		$111°$
Différence des niveaux du mercure		$0^{m},135$
Hauteur du baromètre		$0^{m},743$
Densité de la vapeur		2,125
II. Acide formique		$0^{gr},379$
Volume de la vapeur	$225^{c.c.}$	$226^{c.c.}$
Température	$115°$	$118°$
Différence des niveaux	$0^{m},096$	$0^{m},096$
Hauteur du baromètre	$0^{m},751$	$0^{m},751$
Densité de la vapeur	2,13	2,14

» Évalué d'après la capacité de saturation, le poids de l'acide formique serait $0^{gr},376$ (*).

(*) Eau de chaux nécessaire pour la neutralisation = 116 degrés de la burette.

17°,75 de la liqueur alcaline saturaient $0^{gr},2255$ d'acide chlorhydrique sédécihydraté, et auraient par conséquent neutralisé $0^{gr},0575$ d'acide formique concentré.

» La densité correspondant à la formule $\frac{C^4H^4O^4}{3}$ serait 2,12. C'est donc le même mode de condensation que dans l'acide acétique.

Acide sulfurique.

» La détermination du poids spécifique de l'acide sulfurique concentré gazéifié a établi entre cet acide et les deux précédents un rapprochement auquel je m'attendais peu. Elle fut effectuée avec des ballons à pointe effilée, chauffés dans un bain d'alliage.

I. Ballon ouvert (on y a introduit $17^{gr},0$ d'acide)	$86^{gr},907$
Ballon fermé plein de vapeur	$86^{gr},954$
Température de la balance	$21°$
Pression atmosphérique	$0^{m},747$
Air resté	$9^{c.c.}$
Volume total	$572^{c.c.}$

» La température de la vapeur fut indiquée par des tubes effilés à un bout, placés à côté du ballon, fermés en même temps que lui, puis ouverts dans la cuve à mercure, et pesés, 1° avec le mercure qui y entrait pendant que l'air restant était dans les mêmes conditions que l'air atmosphérique; 2° pleins de mercure; 3° vides.

Volume des tubes, exprimé par le poids du mercure qui les emplissait	$87^{c.c.},45$	$85^{c.c.},1$
Volume de l'air resté, à 21 degrés, sous $0^{m},747$	$41^{c.c.},6$	$40^{c.c.},7$
Rapport (qui correspond à 343 degrés)	2,090	2,088
Densité de la vapeur	2,28	
II. Ballon ouvert (on y a introduit 8 grammes d'acide)		$105^{gr},525$
Ballon fermé plein de vapeur		$105^{gr},530$
Température		$21°$
Baromètre		$0^{m},749$
Air resté		traces.
Volume		$544^{c.c.}$
Rapport de dilatation donné par le thermomètre à air		2,167
Eau de chaux neutralisant $\frac{60}{544}$ de l'acide du ballon (d'après deux essais concordants)		$32^{c.c.},4$
Quantité de la même eau de chaux pour neutraliser $0^{gr},2255$ d'acide chlorhydrique sédécihydraté, qui équivalent à $0^{gr},0613$ d'acide sulfurique concentré		$33^{c.c.},6$
Poids de l'acide déduit de ces données		$0^{gr},642$
Densité déduite des pesées seules		2,18
Densité déduite du poids de l'acide accusé par l'eau de chaux		2,15

» Le peu de différence de ces deux nombres montre que l'acide n'a exercé qu'une très-légère action sur le verre.

» La densité correspondant au $\frac{1}{3}$ de l'équivalent, ou bien, en d'autres termes, calculée en supposant entre l'acide et l'eau une condensation de 4 à 3, serait 2,16.

» Voilà donc trois acides monohydratés dans lesquels le poids de la vapeur comparé à l'équivalent offre un rapport inaccoutumé, tandis que les acides benzoïque et campholique présentent le rapport le plus ordinaire, celui d'après lequel la formule de l'équivalent représente 4 volumes de vapeur. »

CHIMIE. — *Recherches sur la densité de vapeur de l'acide acétique à diverses températures; par* M. AUG. CAHOURS.

« M. Melsens, dans le travail qu'il vient de présenter récemment à l'Académie, sur le biacétate de potasse, ayant indiqué une méthode facile et sûre de préparer de l'acide acétique à 1 équivalent d'eau dans un état de pureté parfaite, j'entrepris de reprendre la densité de vapeur de ce produit, déjà prise bien des fois par M. Dumas, et qui lui avait constamment présenté une anomalie singulière.

» Les expériences dont je vais rendre compte ont été faites, d'une part, avec de l'acide que M. Melsens a bien voulu préparer pour moi, et, de l'autre, avec de l'acide acétique cristallisable de la fabrique de Choisy, et que je purifiai moi-même avec beaucoup de soin.

» Une densité de vapeur prise dans les mêmes conditions où s'était placé M. Dumas, c'est-à-dire entre 150 et 155 degrés, m'a donné les résultats suivants :

Température de l'air.	12°
Température de la vapeur. . . .	152°
Capacité du ballon.	292 c.c.
Excès de poids du ballon.	0g,303
Baromètre.	0m,762
Air restant	0

On déduit de là le nombre 3,54 pour le poids du titre, et par suite, 2,72 pour la densité cherchée; ce qui correspond, ainsi que M. Dumas l'a déjà trouvé, à 3 volumes de vapeur.

» En effet, on a

8 volumes de vapeur de carbone. . . .	3,368
8 volumes d'hydrogène.	0,552
4 volumes d'oxygène.	4,424

$$\frac{8,344}{3} = 2,781.$$

» M. Melsens ayant reconnu que l'acide acétique cristallisable préparé au moyen de l'acide pyroligneux, retient une matière analogue à l'acide butyrique, j'avais pensé que celle-ci pouvait se concentrer dans le ballon, et, produisant une vapeur plus lourde, augmenter le nombre déduit de l'expérience. Mais M. Dumas ayant fait l'analyse du produit resté dans le ballon, et l'ayant trouvé identique à l'acide acétique, cette opinion n'était plus admissible. Les résultats que je viens de rapporter, et qui ont été obtenus à l'aide d'un acide qu'on avait mis tous les soins à purifier, excluent aussi une semblable hypothèse.

» Une densité de vapeur du même produit, prise à 145 degrés, m'a donné le nombre 2,75.

» Il demeure donc bien démontré que dans certaines limites de température, la molécule d'acide acétique ne donne que 3 volumes de vapeur.

» Je me suis demandé alors si l'anomalie observée par M. Dumas ne tiendrait pas à ce que cette densité aurait été prise à une température trop voisine du point d'ébullition de l'acide.

» En effet, en déterminant la densité de vapeur de l'acide acétique à 100 ou 110 degrés au-dessus de son point d'ébullition, on trouve un nombre qui exprime que, dans ces conditions, la molécule de ce composé donne le même mode de division moléculaire que les autres acides volatils monohydratés.

» Et, en effet, j'ai obtenu avec l'acide préparé par M. Melsens :

Température de l'air	15°
Température de la vapeur	219°
Excès de poids du ballon	$0^{g},087$
Capacité du ballon	$248^{c.c.}$
Baromètre	$0^{m},757$
Air restant	0

d'où l'on déduit pour le poids du litre. 2,830
Et, par suite, pour la densité cherchée. 2,17

» Une seconde expérience, faite avec de l'acide de l'usine de Choisy, que j'avais purifié avec soin, m'a donné :

Température de l'air	14°
Température de la vapeur	231°
Excès de poids du ballon	$0^{g},098$
Capacité du ballon	$340^{c.c.}$
Baromètre	$0^{m},756$
Air restant	0

d'où l'on déduit pour le poids du litre. 2,76
Et, par suite, pour la densité cherchée. 2,12

» Or, ces nombres correspondent, en effet, à 4 volumes de vapeur.

» En effet, le calcul donne :

8 volumes de vapeur de carbone.	3,368
8 volumes d'hydrogène.	0,552
4 volumes d'oxygène.	4,424
	8,344

$$\frac{8,344}{4} = 2,09.$$

» On voit donc que l'anomalie présentée par l'acide acétique disparaît complétement lorsqu'on prend la densité de vapeur de ce produit à une température convenablement élevée.

» Aux températures où j'ai expérimenté, l'acide acétique n'éprouve aucune altération, et ne se colore même pas.

» Reste à chercher, maintenant, ce que donnera ce produit lorsqu'on prendra la densité de sa vapeur à une température très-rapprochée de celle de son point d'ébullition; peut-être, dans ce cas, la molécule ne donne-t-elle que 2 volumes de vapeur : c'est ce que je me propose d'examiner d'ici à quelques jours. »

CHIMIE. — *Sur la formation d'un nouvel oxydo-chlorure de mercure.* (Extrait d'une Note de M. Ch. Roucher.)

« ... L'action de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de mercure semblerait, au premier abord, devoir simplement donner naissance à du bichlorure; mais l'examen plus détaillé du fait m'a amené à reconnaître que toutes les fois que l'oxyde de mercure se trouve en excès vis-à-vis du bichlorure, les deux corps se combinent et peuvent donner naissance à plusieurs composés d'aspects très-divers; parmi ceux-ci se trouvent, en première ligne, l'oxydochlorure noir, signalé récemment par M. Thaulow,

$$2HgO, \ HgCl;$$

puis un corps blanc jaunâtre, cristallin, se déposant toujours de la liqueur mercurielle en même temps que le bichlorure, avec lequel son aspect, aussi bien que son mode de production, ont dû souvent le faire confondre.

» Le nouveau composé se sépare toujours, mais en quantité variable suivant les circonstances, d'une solution aqueuse de bichlorure qui a

bouilli sur un excès d'oxyde, et que l'on abandonne à la cristallisation par refroidissement. Le premier dépôt qui se fait dans la liqueur filtrée est un mélange confus d'oxydo-chlorures diversement colorés et sans forme bien définie; ceux-ci se précipitent en presque totalité à une température supérieure à 60 degrés. Le liquide décanté alors, s'il n'est pas trop concentré, laisse apparaître, entre 50 et 40 degrés, au milieu des cristaux de bichlorure, une infinité de cristaux plus ténus, isolés les uns des autres, moins transparents, et d'une tout autre forme que les premiers. Ce sont des prismes obliques à base rhombe tronqués sur deux arêtes verticales; vus en masse, ils offrent une teinte blanche tirant sur le jaune-paille très-clair.

» On les sépare très-bien des cristaux de bichlorure, qui leur sont toujours mêlés, à l'aide de l'alcool absolu, qui dissout les derniers et laisse l'oxydo-chlorure intact, en raison de son insolubilité dans ce véhicule.

» La composition de ce corps, déterminée par le dosage de ses trois éléments, lui assigne pour formule

$$HgO, 2HgCl.$$

» Outre cet oxydo-chlorure, il se forme quelquefois, dans la liqueur qui le fournit, un autre composé également blanc, cristallin aussi, mais sous forme de paillettes nacrées très-légères et très-brillantes; ces paillettes offrent cela de particulier, qu'elles sont altérables dans toute espèce de véhicule, si ce n'est le liquide au sein duquel elles ont pris naissance. L'alcool absolu les altère néanmoins avec moins de promptitude que tous les autres et les ramène à la composition du premier oxydo-chlorure blanc cristallin, en détruisant leur forme; ce qui fait fortement soupçonner qu'elles contiennent encore plus de bichlorure que ce dernier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de l'asparagine, par suite de l'étiolement, dans la* Viscia sativa. (Extrait d'une Lettre de M. **Gaultier de Claubry** à M. *Dumas*.)

« M. **Mori**, pharmacien distingué de Livourne, m'a montré, ces jours-ci, une quantité considérable d'asparagine qu'il a extraite par un procédé dû au docteur Menici, de Pise, de la *Viscia sativa* étiolée, qui en fournit une proportion telle, que ce pharmacien en a déjà livré une grande quantité, et se trouve en mesure d'en fournir pour toutes les demandes.

» Le produit obtenu est d'une parfaite pureté et parfaitement cristallisé; je vous en envoie un petit échantillon.

» En cultivant dans l'ombre cette plante qui se développe avec beaucoup de facilité, il sera possible d'obtenir de grandes quantités d'asparagine; le docteur Menici a observé que, dans l'étiolage, l'amidon et quelques autres principes, tels que le sucre par exemple, se transformaient en asparagine. »

ENTOMOLOGIE. — *Lettre de* M. DE QUATREFAGES *à l'occasion des objections qu'a présentées* M. Souleyet *contre son Mémoire sur les Mollusques phlébentérés.*

« Dans une Note présentée, le 12 août, à l'Académie, M. Souleyet a avancé que les résultats auxquels m'avaient conduit mes recherches sur les mollusques phlébentérés étaient *contraires* à tous les principes, à toutes les analogies, à tous les faits acquis sur l'organisation des mollusques en général; enfin, qu'ils étaient contraires à tout ce qu'une étude plus attentive que la mienne lui avait appris sur l'organisation de ces mêmes Phlébentérés. A cette époque, absent de Paris, je ne pouvais répondre sur-le-champ. J'espérais d'ailleurs que, selon sa promesse, M. Souleyet ne tarderait pas à publier ses principes, et les faits si opposés aux miens, dans un Mémoire détaillé. Mais deux mois se sont déjà écoulés, et j'ai cru ne pouvoir plus longtemps différer ma réponse. Comme celle-ci renferme l'énoncé de quelques faits pour lesquels je désire prendre date, je prie l'Académie de vouloir bien en accepter le dépôt jusqu'au moment où elle pourra m'accorder la parole. »

La Note jointe à la Lettre de M. de Quatrefages sera conservée sous pli cacheté jusqu'à ce que l'auteur en demande l'ouverture.

M. FLOURENS, à l'occasion de la Lettre de M. de Quatrefages, annonce que M. Souleyet doit très-prochainement présenter le Mémoire qu'il avait annoncé, Mémoire qui eût été soumis plus tôt au jugement de l'Académie sans la maladie du dessinateur chargé de l'exécution des figures qui doivent l'accompagner.

M. DEMBINSKI prie l'Académie de hâter le travail de la Commission qui doit se prononcer sur la question de priorité débattue entre lui et M. *Hallette* relativement à un *mode particulier d'occlusion pour le tube pneumatique des chemins de fer à pression atmosphérique*. M. Dembinski ajoute qu'il est parvenu, en conservant sa forme de tube, à fermer la rainure au moyen d'un boyau qui ne contient plus ni eau ni air, et dont l'adhésion est plus complète, sans présenter la moindre résistance au passage du piston.

M. ARAGO, l'un des Commissaires désignés, remarque que la Commission

n'aura réellement à s'occuper de la question de priorité qu'après avoir jugé l'invention en elle-même; or les épreuves nécessaires n'ont pu être faites jusqu'à ce jour, quoique tout porte à croire qu'elles pourront l'être très-prochainement.

M. de Caligny demande que son *appareil hydraulique à flotteur oscillant,* qui a été dans la précédente séance l'objet d'un Rapport favorable, soit admis à concourir pour le prix de Mécanique de la fondation Montyon.

Cette demande est renvoyée à l'examen de la Commission du prix de Mécanique.

M. Passot rappelle que l'Académie, dans sa séance du 19 août, a renvoyé à l'examen de deux Commissions différentes des réclamations qu'il lui avait adressées: une de ces Commissions a déjà fait son Rapport sur la réclamation qui la concernait. M. Passot prie l'Académie de vouloir bien engager l'autre Commission à se prononcer à son tour le plus promptement possible.

M. Louyer, dans une Lettre adressée à M. Dumas, fait connaître les résultats auxquels il est arrivé dans de nouvelles recherches concernant l'absorption des poisons minéraux par les plantes. On avait annoncé récemment que des *grains de blé chaulé avec l'acide arsénieux* avaient produit des plantes dans lesquelles l'arsenic se retrouvait en quantité appréciable. Ce résultat étant opposé à ce que M. Louyer avait observé jadis, il a jugé nécessaire de reprendre ces expériences en se plaçant dans les conditions les plus favorables à l'absorption du poison minéral. Les résultats ont été exactement les mêmes que dans ses premières opérations, c'est-à-dire que dans les diverses parties de la plante à laquelle on avait cherché à faire absorber un composé arsenical, l'analyse la plus délicate n'a pu faire reconnaître aucune trace d'arsenic.

M. Wanes adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 15; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome X; n° 1 ; in-8°.

Principales Tables de Mendoza, pour la très-prompte réduction des distances lunaires, revues, corrigées et complétées par M. RICHARD, capitaine de corvette en retraite. (Extrait du *Journal des Savants;* août et septembre 1844.) In-4°.

Cours d'Histoire naturelle, fait en 1772, *par* MICHEL ADANSON, de l'Institut; *publié sous les auspices de* M. ADANSON, son neveu, avec une Introduction et des Notes par M. PAYER; tome Ier, 1844; in-12.

Des Classifications et des Méthodes en Histoire naturelle; thèse par M. PAYER; in-4°.

Les Chaudières à vapeur sont des machines électriques. Les moyens de sûreté actuels sont impuissants. Moyen de générer la vapeur sans aucun danger. Machine à pressions égales et constantes permettant l'emploi des réactions chimiques; par M. A. CHENOT; broch. in-8°.

Danger des Inhumations précipitées; exemples, tant anciens que récents, de personnes enterrées ou disséquées de leur vivant; par M. LEGUERN; 6e édition; in-8°. (Renvoyé au concours Manni.)

Du Cœur, de sa structure et de ses mouvements; par M. PARCHAPPE; brochure in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; septembre 1844; in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; tome V, 54e livr.; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; octobre 1844; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; octobre 1844; in-8°.

Journal des Usines et des Brevets d'Invention; par M. VIOLLET; septembre 1844; in-8°.

Mémoire sur la Série de LAGRANGE; *par* M. MENABREA. Turin, 1844; in-4°.

Bibliothèque universelle de Genève; juillet 1844; in-8°.

Report... *Rapport de la douzième réunion de l'Association britannique pour*

l'avancement des Sciences, tenue à Manchester en 1842. Londres, 1843; in-8°.

The electrical... *Magasin électrique; publié par* M. C.-G. WALKER, vol. Ier. n° 6; octobre 1844; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 516; in-4°.

Saggio... *Essai d'Hœmataloscopie, ou Recherches chimiques et comparatives sur le sang des animaux vertébrés; par* M. TADDEI. Florence, 1844; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 41; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 118 à 120; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 27 et 28.

L'Expérience; n° 380; in-8°.

COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 OCTOBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Arago a cru devoir prémunir les physiciens qui voudraient répéter ses expériences sur la lumière propre des corps, contre une cause particulière d'erreur qui lui donnerait, a-t-il dit, *trop raison* : les verres opalins fabriqués dans nos verreries, ont presque tous des axes de réfraction très-prononcés ; ils se comportent, relativement aux rayons polarisés qui les traversent, comme les lames douées de la double réfraction, et les dépolarisent dans les mêmes circonstances. La dépolarisation, seulement, dans les positions les plus favorables de ces verres, ne paraît pas aller, comme avec les cristaux ordinaires, jusqu'à donner deux images d'intensités parfaitement égales dans le cristal analysateur primitif.

ASTRONOMIE. — *Sur la parallaxe de quelques nouveaux bolides ; par* M. Petit.

« Il est à regretter que les observateurs apportent, en général, si peu de précision dans la détermination des points où se montrent les bolides ; car les apparitions assez nombreuses qui sont mentionnées dans les divers volumes des *Comptes rendus* suffiraient sans doute pour permettre de donner dès à présent la véritable clef de ces phénomènes. Malheureusement, les apparitions du 9 juin 1841 et du 3 juin 1842 sont les seules dont il m'avait

été possible, jusqu'à ce moment, de calculer les résultats avec une assez grande certitude. Un examen plus attentif des observations m'a permis d'obtenir, avec un degré d'exactitude que je crois aussi très-approché, la parallaxe, la vitesse et le volume du bolide qui se montra dans la nuit du 4 au 5 janvier 1837. Je me propose d'entreprendre sur ces trois bolides quelques recherches nouvelles qui me permettront, j'espère, d'envisager leur théorie sous un point de vue susceptible d'un certain intérêt. Voici, en attendant, divers résultats relatifs au bolide du 5 janvier 1837 et à deux autres bolides. Ces résultats sont loin d'être tous également probables, car plusieurs des observations qui se rapportent aux deux derniers bolides sont beaucoup trop vagues; mais j'indique les éléments qui ont servi à mes calculs, et dans une question de cette nature, les approximations, même assez éloignées, peuvent être encore de quelque utilité.

Bolide du 5 janvier 1837.

» Aperçu vers 1 heure du matin dans la nuit du 4 au 5 janvier, à Vesoul, par M. Sallot, à Cusset, près Vichy, par M. Guiraudet, et à Niéderbronn, par M. Kuhn.

» D'après M. Sallot, la marche était lente et dirigée du nord-nord-est au sud-sud-est; l'apparition eut lieu à 60 degrés de hauteur, et l'arc parcouru fut de 55 degrés.

» A Cusset, la marche du bolide était dirigée du nord au sud, et sa hauteur était de 45 degrés environ.

» Enfin, à Niéderbronn, le bolide se mouvait presque exactement du nord au midi, en déviant un peu vers l'ouest; la durée de l'apparition fut d'une minute; le diamètre du bolide paraissait égal à celui de la lune.

» On satisfait très-bien et avec une précision remarquable à ces diverses observations par les nombres suivants :

Distance minima du bolide à la terre.......	272027 mètres ou 68 lieues de 4 kilom.
Distance minima du bolide à Cusset.......	384706
Distance minima du bolide à Vesoul.......	278620
Distance minima du bolide à Niéderbronn...	278910
Vitesse du bolide par rapport à la terre.....	4835 mètres par seconde.

Et par suite,

Vitesse dans l'espace.................... 32450 mètres,

plus considérable, par conséquent, que la vitesse de la terre, qui était à ce moment de 30908 mètres.

Angle compris entre les directions de ces deux vitesses .. 14° 11′.

Quant au diamètre du bolide, il était énorme ; l'observation de M. Kuhn lui assigne une valeur de 2434 mètres environ.

» Ce corps, dont j'essayerai plus tard de calculer les éléments primitifs ainsi que les éléments modifiés par l'action de la terre, et qui n'est probablement pas le plus considérable de ceux que l'on désigne, en général, sous le nom de bolides, établit un lien de continuité entre les divers corps célestes, entre les pierres ou même les poussières météoriques et les planètes ou les comètes.

» Il est à remarquer que non-seulement les nombres précédents satisfont parfaitement à toutes les observations, mais même que, dans les cas les plus défavorables, des erreurs d'observation, supposées très-considérables, n'altèrent pas d'une manière importante les résultats. Si l'on admettait, en effet, pour avoir les cas extrêmes qui peuvent se présenter, que les observateurs de Vesoul et de Cusset ont commis chacun une erreur de 10 degrés, sur les hauteurs observées, on trouverait les nombres suivants pour les distances à la terre et pour le diamètre du bolide :

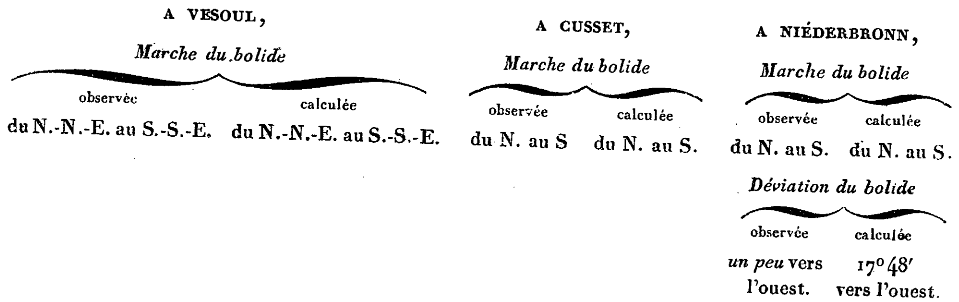
	Distance à la terre.	Diamètre du bolide.
Cas de l'erreur prise dans un sens.	153936 mètres.	1670 mètres.
Cas de l'erreur prise en sens contraire..........	175507	1694
Cas où l'on ne ferait porter l'erreur que sur une seule observation............................	208820	2327

» Cette dernière hypothèse, dont les résultats sont les plus voisins de ceux donnés par l'ensemble des observations, est aussi celle qui satisfait le mieux à la remarque de M. Kuhn, d'après laquelle, pour l'observateur de Niéderbronn, le bolide, en allant du nord au sud, aurait dévié *un peu* vers l'ouest. La déviation calculée serait, en effet, ici de 14° 14′ seulement, tandis que dans les deux autres hypothèses cette déviation s'élèverait successivement à 40° 55′ et à 29° 55′.

» En faisant observer que les hypothèses les plus défavorables ne diminuent pas d'une manière importante les nombres obtenus, il n'est peut-être pas inutile d'ajouter que de faibles modifications, opérées dans des cas favorables, suffiraient pour agrandir considérablement ces mêmes nombres. Ainsi, par exemple, si au lieu de supposer les hauteurs observées à Vesoul et à Cusset égales à 60 et à 45 degrés, on les supposait égales à 57° 53′ et à 47° 28′, on trouverait 2728 mètres pour le diamètre du bolide, 335060 mètres pour la distance minima à la terre, 6089 mètres pour sa vitesse relative, et 32958 mètres pour sa vitesse absolue. La déviation, à Niéderbronn,

resterait de $7^\circ 27'$ vers l'ouest, et toutes les autres circonstances des observations seraient également satisfaites. Seulement la déviation $7^\circ 27'$ paraît un peu faible; il n'est pas très-probable qu'une si petite déviation eût été remarquée.

» Les nombres trouvés par l'ensemble des observations non modifiées me paraissent donc pouvoir être adoptés avec confiance. Le tableau suivant achèvera de les justifier en montrant comment ils satisfont à tous les détails des observations, qui n'ont pu être employés dans le calcul :



A VESOUL, Marche du bolide		A CUSSET, Marche du bolide		A NIÉDERBRONN, Marche du bolide	
observée	calculée	observée	calculée	observée	calculée
du N.-N.-E. au S.-S.-E.	du N.-N.-E. au S.-S.-E.	du N. au S	du N. au S.	du N. au S.	du N. au S.
				Déviation du bolide	
				observée	calculée
				un peu vers l'ouest.	$17^\circ 48'$ vers l'ouest.

Bolide du 18 *août* 1841.

» Observations incertaines et très-difficiles à accorder. Le bolide a été vu du boulevard Mont-Parnasse, à Paris, par M. Lher, vers 9 heures du soir. Marche du sud au nord; durée de 3 à 4 secondes. Parti de la constellation du Cygne, il disparut subitement entre γ et α de l'Aigle.

» Pour M. Desdouits, à Bourg-la-Reine, il courait horizontalement entre l'Aigle et Cassiopée. Durée de 3 à 4 secondes; forme sphérique; grosseur plus considérable que celle de la lune.

» Le même bolide a été vu par MM. Babinet et Serres, à Paris; il a été encore observé à Reims, par M. Tarbé de Saint-Hardouin, vers $8^h 45^m$ du soir, à 30 ou 35 degrés au-dessus de l'horizon, dans la direction est-sud-est, diamètre moitié à peu près de celui de la lune. Le bolide parut immobile, mais on doit remarquer que l'observateur était en voiture.

» Pour faire concorder aussi bien que possible les diverses observations, on est conduit aux résultats suivants :

Distance du bolide à la terre au moment de l'extinction...	730400 mètres.
Diamètre du bolide....................................	3906

» Ces quantités sont énormes, et cependant elles sont la limite de celles qui peuvent faire concorder les observations dont les modifications résultent

du tableau suivant :

Inclinaison du plan de la trajectoire apparente sur l'horizon de Paris, calculée par les observations de Paris et de Bourg-la-Reine.	Inclinaison corrigée.	Azimut du bolide au moment de l'extinction pour l'observateur de Reims.	Azimut corrigé.	Hauteur observée à Reims.
60°	50°	E.-S.-E.	20° du sud vers l'est.	45°

» Les résultats précédents présentent beaucoup moins de certitude que ceux qui sont relatifs au bolide du 5 janvier. L'observation de M. Tarbé de Saint-Hardouin se rapportant d'ailleurs à un point unique de la trajectoire, il a fallu employer une méthode analogue à celle d'Olbers, qui peut laisser souvent une assez grande incertitude.

Bolide du 9 février 1841.

» Vu à Toulouse, à Paris, à Agen et à Carcassonne, vers 6^h45^m du soir. A Pau, d'après le journal *l'Observateur des Pyrénées*, du 11 février, la durée de l'apparition fut de 2 secondes; la grosseur était celle d'un boulet de canon; la direction allait de l'est à l'ouest entre Orion et les Gémeaux. A Toulouse, le bolide fut observé par M. le Dr Dassier, qui m'a donné la position de la trajectoire apparente, dirigée du bouclier d'Orion vers η de la Baleine. Pas d'observations à Carcassonne. A Agen, d'après une Lettre de M. de Saint-Amans à M. Biot, il se mouvait horizontalement vers le sud-est, et dans une région assez élevée.

» M. de Saint-Amans, auquel j'ai écrit, n'a pu me donner de renseignements plus précis sur la hauteur angulaire. L'observation d'Agen eût été cependant très-importante par la position qu'occupait l'observateur. Faute de mieux, il a donc fallu interpréter arbitrairement ce que M. de Saint-Amans appelle une région assez élevée. Or, en supposant que la hauteur fût de 30 degrés au-dessus de l'horizon, ce qui ne paraît pas exagéré, on trouve, pour la distance minima du bolide à la terre, 155404 mètres. Ce nombre dépend de l'observation faite à Agen. Un renseignement nouveau permettrait de le corriger très-facilement au moyen des données suivantes qui résultent de la combinaison des observations de Toulouse et de Pau, et qui, par conséquent, peuvent être considérées comme suffisamment bien déterminées.

Inclinaison du plan de la trajectoire apparente sur l'horizon de Toulouse.......	40° 3′
Azimut de la trace de ce plan par rapport au côté sud du méridien de Toulouse...	71°27′

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie de scrutin, à la nomination de la Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'*Associé étranger*, vacante par suite du décès de M. Dalton. Conformément au Règlement, cette Commission doit se composer de trois membres pris dans les Sections des Sciences mathématiques, de trois pris dans les Sections des Sciences physiques, et du Président de l'Académie.

MM. Arago, Poncelet, Poinsot, d'une part, et de l'autre, MM. Dumas, Élie de Beaumont, Serres, réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Recherches chimiques sur la maturation des fruits; par* M. E. Fremy. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Lorsque l'Académie des Sciences décerna, en 1821, un prix à M. Bérard, et une mention honorable à M. Couverchel, pour leurs Mémoires sur la maturation des fruits, tout en rendant justice à l'importance de leurs travaux, elle exprima le vœu que leurs expériences pussent être continuées et étendues.

» J'ai donc pensé que l'Académie accueillerait avec indulgence un nouveau travail sur la maturation des fruits, et que mon empressement à lui soumettre mes premiers résultats lui prouverait le désir que j'ai de suivre une direction qu'elle a depuis longtemps indiquée aux chimistes.

» Avant de faire connaître la composition que présentent les fruits aux différentes époques de leur accroissement et de leur maturation, j'ai cru devoir traiter d'abord quelques questions générales qui se rattachent aux phénomènes de la maturation : c'est cette première partie de mes recherches que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui.

» J'ai voulu déterminer en premier lieu l'influence que les éléments de l'air peuvent exercer sur le développement des fruits.

» Mes essais ont porté principalement sur les fruits à péricarpes charnus. J'ai fait, sur la respiration des fruits, un grand nombres d'expériences dont les détails ne pourraient trouver place ici; je dirai seulement qu'en opérant sur des fruits détachés de l'arbre, j'ai toujours reconnu que des

fruits placés dans de l'air atmosphérique transformaient rapidement l'oxygène en acide carbonique : mes expériences confirment donc complétement cette partie importante du travail de M. Bérard.

» On sait que cet habile chimiste, dans le but de prouver que l'oxygène est indispensable pour la maturation, avait introduit des fruits dans des flacons remplis d'azote, d'hydrogène ou d'acide carbonique.

» J'ai pensé que cette expérience, difficile à exécuter sur un fruit attaché à l'arbre, avait l'inconvénient d'altérer souvent le péricarpe, et de compliquer le phénomène en entourant le fruit d'un gaz étranger qui pouvait exercer une action directe sur lui.

» Pour soustraire les fruits à l'influence de l'air atmosphérique, en les laissant dans des conditions à peu près normales, j'ai appliqué à leur surface des couches de gomme et de vernis résineux.

» Mes expériences ont été faites sur des poires, des prunes et des groseilles ; elles ont eu pour résultat de prouver que le développement du fruit s'arrête toujours au moment où il est recouvert de vernis.

» Faut-il admettre, avec M. Bérard, que, dans la maturation des fruits, production de l'acide carbonique est le phénomène essentiel, et que c'est le ligneux qui, en perdant du carbone, se transforme en sucre ?

» Je ne connais, je l'avoue, aucun fait qui puisse confirmer cette théorie.

» En enfermant des fruits dans des flacons, ou en les recouvrant de vernis, on a nécessairement arrêté leur transpiration, qui, d'après l'opinion des botanistes les plus distingués, exerce une certaine influence sur la circulation qui s'opère dans leur intérieur.

» La seule conséquence importante à tirer des expériences qui précèdent, c'est que la respiration et la transpiration des fruits sont deux fonctions indispensables pour leur développement.

» Pour ne négliger aucunes des questions qui se rapportent à la respiration des fruits, il m'a paru utile de déterminer la nature des gaz qui se trouvent dans les fruits; j'ai employé, dans ce but, un ballon en verre auquel était adapté un tube à dégagement : le ballon et le tube, au moment de l'expérience, étaient entièrement remplis d'eau saturée de sel marin.

» J'introduisais alors dans le ballon les fragments du fruit ; en portant la liqueur à l'ébullition, le gaz se dégageait immédiatement ; il était facile alors de déterminer son volume et sa composition. J'ai soumis à ce genre d'expériences un très-grand nombre de fruits ; je citerai ici quelques-unes de ces analyses.

Air d'une pomme mûre.		Air d'une pomme verte.		Air d'une pomme verte.	
I. Acide carbonique	56	Acide carbonique	56	Acide carbonique	31
Azote	44	Azote	39	Azote	59
		Oxygène	5	Oxygène	10
	100		100		100

II.	
Acide carbonique	56
Azote	44
	100

Air des coings verts.		Air d'une poire mûre.		Air d'une poire verte.	
Acide carbonique	70	Acide carbonique	68	Acide carbonique	68
Azote	26	Azote	30	Azote	27
Oxygène	4	Oxygène	2	Oxygène	5
	100		100		100

Air des raisins noirs.		Air des raisins noirs.		Air des raisins verts.	
Acide carbonique	93	Acide carbonique	90	Acide carbonique	95
Azote	7	Azote	10	Azote	5
	100		100		100

» Ces résultats semblent confirmer les observations qui ont été faites sur la respiration des fruits. On admet généralement qu'un fruit vert dégage de l'oxygène sous l'influence solaire, en décomposant l'acide carbonique; tandis que les fruits mûrs, comme l'a prouvé M. Bérard, transforment, au contraire, l'oxygène de l'air en acide carbonique. Or, il résulte de mes analyses, que les fruits verts contiennent plus d'oxygène que les fruits mûrs.

» La quantité de gaz qui s'est dégagée dans les expériences précédentes n'a jamais dépassé la moitié du volume du fruit.

» En voyant un fruit changer, en quelques heures, l'oxygène de l'air en acide carbonique, il était naturel de rechercher si cette transformation se faisait sous l'influence d'une espèce de ferment préexistant dans le fruit, ou si elle dépendait uniquement de l'organisation du péricarpe.

» Pour m'en assurer, j'ai introduit dans une cloche remplie d'air atmosphérique, une poire qui, pendant plusieurs jours, a formé de l'acide carbonique aux dépens de l'oxygène de l'air. J'ai alors broyé le péricarpe, de manière à rompre toutes les cellules, et j'ai vu qu'à dater de ce moment, la production de l'acide carbonique a été complétement suspendue. Plus tard, le sucre du fruit est entré en fermentation.

» On se rappelle qu'une expérience semblable a été faite sur les feuilles,

par Th. de Saussure, et que ce célèbre chimiste a reconnu qu'elles ne décomposent l'acide carbonique que quand leur organisation n'est pas détruite.

» Le phénomène de la respiration des fruits n'est donc pas aussi simple qu'on pourrait le penser; il faut nécessairement admettre qu'à côté des réactions chimiques qui se produisent dans la maturation, il en existe d'autres qui dépendent évidemment de l'organisation des végétaux.

» C'est ce point important que j'ai voulu établir d'une manière précise. Je n'insisterai pas ici sur les expériences que j'ai faites dans le but de découvrir, dans les fruits, un principe de la nature des ferments qui pût, en agissant sur le sucre, la pectine ou les acides des fruits, transformer l'oxygène en acide carbonique. Jusqu'à présent mes essais ont été infructueux.

» Quelques chimistes ont avancé que les acides contenus dans les fruits étaient modifiés par l'acte de la végétation, et que l'acide malique pouvait se transformer en acide citrique ou en acide tartrique.

» Cette opinion, que tous les chimistes sont loin d'admettre, est, je crois, fondée sur des expériences inexactes, dans lesquelles on avait cru reproduire artificiellement les acides malique ou tartrique.

» Pour traiter cette question, j'ai suivi le développement d'un fruit dont l'acide pût être facile à caractériser. Mes expériences ont été faites sur le raisin.

» En examinant les grains de raisin à différentes époques de leur maturation, j'ai reconnu que l'acide tartrique, qui existe en si grande proportion dans le fruit mûr à l'état de bitartrate de potasse, se trouve déjà d'une manière appréciable dans un grain qui ne pèse que 5 milligrammes. Je crois donc pouvoir avancer que l'acide tartrique n'est pas un produit de la modification d'un autre acide organique, et qu'il existe dans les plus petits grains de raisin. M. Pelouze était arrivé, de son côté, aux mêmes résultats.

» On sait qu'à une certaine époque, le goût acide et astringent des fruits est remplacé par une saveur douce et agréable.

» La production du sucre dans les fruits a été différemment expliquée par les chimistes.

» D'après M. Couverchel, le sucre des fruits se formerait par l'action des acides organiques sur la gomme, la dextrine ou l'amidon qui se trouvent dans les fruits ou dans leurs pédoncules.

» On peut faire à cette théorie une objection sérieuse, car M. Biot a démontré que le sucre qui se produit dans la réaction des acides sur l'amidon n'exerce pas sur la lumière polarisée la même action que celui qui se trouve

dans le raisin. D'après ce célèbre physicien, ces deux sucres ne seraient donc pas identiques.

» D'autres chimistes ont admis que c'est le ligneux des fruits qui se transforme en sucre; je dois dire qu'il m'a été impossible d'obtenir du sucre en faisant bouillir pendant longtemps le ligneux contenu dans le péricarpe des fruits avec des acides concentrés.

» On voit donc que cette question n'est pas encore résolue, et qu'elle exige de nouvelles expériences.

» Pour apprécier le rôle que jouent les acides dans la maturation, et l'influence qu'ils exercent sur la production du sucre, j'ai essayé de saturer, par une dissolution alcaline pendant la végétation, l'acide que contient un fruit, et de l'analyser ensuite au moment de la maturation.

» J'ai reconnu que certains fruits, pendant la première période de leur accroissement, ne contiennent que des quantités insignifiantes de sucre, et qu'à un certain moment, qui est indiqué par des changements physiques que tout le monde connaît, le sucre se développe en abondance; les prunes et les abricots sont dans ce cas. J'ai donc pensé qu'en introduisant dans de pareils fruits des dissolutions alcalines au moment où ils mûrissent, je pourrais peut-être apprécier l'influence des acides sur leur maturation.

» J'ai arrosé un prunier chargé de fruits verts, avec une dissolution très-faible de carbonate de soude, au moment où le sucre commençait à se former; l'arbre a pu supporter, pendant un certain temps, l'action d'une liqueur alcaline; les feuilles seules ont changé de couleur.

» Les prunes se sont bientôt détachées de l'arbre; elles présentaient l'apparence de la maturité; elles étaient odorantes et colorées, et les cellules du péricarpe, examinées au microscope, se sont trouvées molles et transparentes comme dans une maturation normale; mais les prunes étaient dépourvues de toute saveur sucrée; il était évident que la production du sucre avait été suspendue.

» J'ai répété cette expérience en plongeant dans des dissolutions de carbonate de soude, de longues branches de prunier et d'abricotier chargées de fruits verts; la maturation s'est opérée comme dans le cas précédent, et les fruits sont restés complétement fades.

» Je n'essayerai pas, à la suite de cette expérience, de présenter une théorie sur la production du sucre dans les fruits; car la disparition du sucre dans l'expérience précédente peut être attribuée à l'état de maladie dans lequel l'arbre est arrivé sous l'influence des liqueurs alcalines. Je me contente seulement de constater ici un fait important: c'est qu'on arrête la formation

du sucre dans les fruits en arrosant un arbre avec des dissolutions alcalines. Cette expérience fait entrevoir, en outre, la possibilité d'opérer des réactions chimiques dans l'intérieur des végétaux sans détruire leur organisation. J'espère démontrer bientôt que la chimie peut tirer un grand parti de ce genre d'expériences.

» Tout le monde sait qu'à un certain moment les fruits perdent, en général, leur saveur acide pour prendre celle du sucre. Comment ce changement s'opère-t-il? C'est là peut-être une des questions les plus intéressantes de la physiologie végétale.

» M. Bérard admet que l'acide qui se trouvait dans le fruit vert reste dans celui qui est arrivé à son état de maturité, et que sa saveur se trouve simplement masquée par celle du sucre et de la gomme qui se forment dans le fruit mûr.

» Sans vouloir discuter ici le procédé d'analyse de M. Bérard, je dirai seulement que j'ai constaté un fait qui s'accorde difficilement avec la théorie de ce chimiste; c'est que des prunes et des abricots perdent leur réaction acide à mesure que la maturation s'avance, et qu'ils deviennent presque neutres au papier de tournesol lorsque leur maturité est complète.

» J'ai analysé des poids égaux de péricarpe d'un même fruit desséché à 100 degrés, pris à différentes époques de la maturation, et qui ne contenait qu'un seul acide organique; en épuisant ces péricarpes desséchés par l'eau froide, j'ai obtenu des dissolutions qui, traitées par l'acétate de plomb, ont précipité des quantités à peu près égales de sel de plomb.

» En supposant que ce mode d'analyse puisse comporter quelque exactitude, je me garderai de dire que l'acide contenu dans un fruit vert reste dans le même état et dans la même proportion lorsque le fruit est mûr; car il est évident que la réaction du suc acide disparaît pendant la maturation, et que le fruit perd ou reçoit, par son pédoncule, des quantités considérables de sels de chaux ou de potasse dont il est impossible de tenir compte.

» En me fondant sur des analyses de pédoncules qui contiennent, comme je l'ai reconnu, au moment de la maturité, des quantités considérables de sels de chaux et de potasse, et sur la neutralité de certains fruits mûrs, je pense que, dans un grand nombre de cas, les acides des fruits se trouvent saturés par les bases qui viennent de l'arbre. La saturation des acides d'un fruit me paraît donc une condition indispensable pour sa maturité.

» Qui ne sait, en effet, que lorsqu'un fruit a été détaché de l'arbre avant le temps convenable, il conserve toujours une saveur acide et astringente? Quelques chimistes pensent que les acides des fruits peuvent se transformer

en sucre. Je suis loin de repousser cette opinion d'une manière absolue, mais je ne connais jusqu'à présent aucune expérience qui puisse la faire admettre.

» Cette question me conduit naturellement à parler des changements qu'éprouve un fruit lorsque, après avoir été cueilli, on le conserve pendant un certain temps à une température de 15 degrés.

» On observe à ce moment quelques modifications chimiques, qui sont indiquées dans la partie analytique de ce travail. Je parlerai seulement ici des altérations qu'éprouve le péricarpe.

» A cette époque, que je considère avec M. Couverchel comme une période de décomposition, le fruit transforme rapidement l'oxygène de l'air en acide carbonique; si on examine le péricarpe au microscope, on reconnaît que les cellules sont souvent flétries, et ont perdu leur adhérence.

» Un fruit arrivé à cet état ressemble, jusqu'à un certain point, à ces pommes de terre gelées qui ont été examinées par M. Payen, dans lesquelles les cellules ont perdu leur adhérence.

» Les éléments de l'air exercent un grande influence sur cette période de la maturation; j'ai pu, en effet, la retarder en recouvrant les fruits de plusieurs couches de vernis, et l'accélérer, au contraire, en pratiquant, à la surface des fruits, de légères ponctions; on obtient un résultat semblable si on exerce, sur le péricarpe, une pression qui écrase quelques cellules et permet à l'air de pénétrer dans le fruit.

» Lorsqu'on accélère, par des procédés artificiels, la maturité d'un fruit, on l'amène rapidement à cette période de décomposition qui est annoncée par une coloration jaunâtre. J'ai reconnu que, dans ce cas, le fruit dégage de l'acide carbonique; le sucre qu'il contient entre bientôt en fermentation, et les cellules du fruit, considérées au microscope, sont, en général, flétries.

» M. Liebig, et principalement M. Chevreul, ont admis que les sels organiques contenus dans les végétaux peuvent se transformer en carbonates.

» Je citerai ici quelques expériences qui confirment pleinement cette théorie. Comme la production des carbonates intéresse la physiologie végétale et animale, j'ai voulu déterminer d'une manière précise les circonstances qui peuvent opérer cette transformation.

» Il résulte d'un grand nombre d'expériences, que toutes les matières azotées, d'origine animale ou végétale, peuvent, en se décomposant à l'air, sous l'influence d'une température de 25 degrés, transformer des sels organiques en carbonates.

» C'est ainsi qu'un mélange de sang et d'acétate de chaux ou de baryte

laisse déposer, en quelques jours, des petits cristaux de carbonate de chaux ou de carbonate de baryte.

» Les substances azotées d'origine organique peuvent opérer cette transformation avec la même facilité.

» Si l'on expose, en effet, à l'influence de l'humidité et de l'air, des feuilles d'arbre qui contiennent une quantité considérable de matière azotée, elles se désagrégent rapidement; si, à ce moment, on les arrose avec des dissolutions de malate acide de chaux ou de tartrate de potasse, ces sels ne tardent pas à se changer en carbonates. Ces transformations ont toujours été faites en présence de l'air atmosphérique.

» L'expérience que je vais citer permet de constater toute l'énergie des matières azotées qui se décomposent.

» On sait que les feuilles de tabac contiennent une substance azotée et du malate acide de chaux.

» Lorsqu'on fait éprouver au tabac la première fermentation qui porte le nom de fermentation en masse, on altère la matière azotée du tabac et on la rend propre à opérer des décompositions de sels organiques; à cette époque le malate acide de chaux n'est pas encore décomposé: si on reprend alors les feuilles par l'eau, on dissout à la fois le sel de chaux et la substance azotée.

» En exposant cette liqueur à l'air, elle reste claire pendant un certain temps, mais laisse bientôt déposer de beaux cristaux de carbonate de chaux.

» C'est sur cette réaction importante que repose toute la fabrication du tabac; la feuille ne devient ammoniacale que lorsqu'une partie du malate acide de chaux est transformée en carbonate.

» Il est donc évident que les végétaux peuvent, en se détruisant, donner naissance à des agents assez énergiques pour entraîner dans leur décomposition les corps les plus stables. On a vu, en effet, le malate de chaux se transformer en carbonate de chaux sous la seule influence d'une substance azotée; une température élevée n'aurait pas opéré une décomposition plus complète.

» Ces réactions se rattachent évidemment aux forces encore inconnues qui déterminent, dans les végétaux, des changements si curieux.

» La production du carbonate de chaux, dans les expériences précédentes, peut servir à expliquer la présence de ce sel dans certaines parties de l'organisation végétale et animale.

» On se rappelle, en effet, que M. Payen a prouvé que les concrétions pédicellées trouvées par M. Meyen, dans le tissu des feuilles de plusieurs figuiers, existaient dans d'autres plantes; et que ces formations de carbonate de chaux se développaient toujours en présence d'une matière azotée.

» La production du carbonate de chaux cristallisé sous l'influence d'une matière azotée ne peut-elle pas aussi expliquer la formation de ce sel dans certaines parties de l'organisation animale, et principalement dans les os? Cette question sera traitée dans un Mémoire spécial.

» Lorsqu'on voit, dans la végétation, une base se combiner d'abord avec un acide organique, pour revenir ensuite à l'état de carbonate, on comprend qu'un arbre puisse croître pendant longtemps dans le même terrain sans épuiser les éléments inorganiques qui sont indispensables à son accroissement, puisqu'en perdant ses feuilles, il rend à la terre, à l'état de carbonate, une grande partie de la potasse et de la chaux qu'il lui avait empruntées.

» Tels sont les premiers résultats de mes recherches sur la maturation des fruits. Loin de considérer ce travail comme complet, je m'empresse, au contraire, de reconnaître que les différentes questions relatives à la maturation exigent de nouvelles expériences que j'exécute en ce moment; je suis heureux d'annoncer ici que M. Decaisne a bien voulu se joindre à moi pour traiter cet important sujet. »

CHIMIE. — *Recherches sur deux nouvelles séries de sels; par* M. E. FREMY. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« J'avais fait connaître, dans un Mémoire précédent, deux nouveaux acides qui prennent naissance dans la réaction des acides sulfureux et azoteux sur les bases; j'avais prouvé que ces acides, d'origine inorganique, présentent une certaine analogie avec les corps organiques azotés, et dégagent, lorsqu'on les chauffe, des vapeurs ammoniacales.

» J'ai cherché à étendre ces réactions qui m'ont paru intéressantes, et je viens annoncer aujourd'hui que les éléments de l'acide sulfureux, de l'acide azoteux et de l'eau, peuvent se réunir en présence d'une base alcaline, dans des proportions différentes, pour produire quatre espèces de sels distincts, qui contiennent des acides formés d'oxygène, de soufre, d'hydrogène et d'azote.

» Ce n'est donc pas un fait détaché que je soumets à l'Académie, mais un ensemble de réactions qui paraît constituer un ordre de phénomènes entièrement nouveaux.

» En examinant, d'une manière générale, l'action que deux acides peuvent exercer sur une même base, j'ai reconnu que si, dans un grand nombre de circonstances, les acides se partagent la base pour former des sels diffé-

rents, il peut arriver souvent que les deux acides s'unissent en présence de la base pour constituer une seule molécule d'acide.

» Ce cas se présente surtout lorsque les deux acides peuvent se décomposer réciproquement à l'état isolé.

» Pour démontrer cette propriété importante, j'ai pris pour exemple les deux acides sulfureux et azoteux qui se transforment, comme on le sait, sous l'influence de l'eau, en acide sulfurique et en deutoxyde d'azote.

» Si on fait arriver dans un azotite de potasse qui contient un excès d'alcali, un courant d'acide sulfureux, la liqueur devient, à un moment, comme gélatineuse, et laisse déposer un sel blanc qui ressemble au stéarate neutre de potasse.

» Ce composé ne présente aucun des caractères des sels formés par les acides de l'azote ou du soufre. Lorsqu'on le chauffe, il dégage des vapeurs rutilantes, de l'acide sulfureux et de l'ammoniaque.

» Il contient un acide nouveau, formé d'oxygène, de soufre, d'hydrogène et d'azote, que j'ai nommé *acide sulfazoteux*.

» Cet acide ne peut exister qu'en combinaison avec les bases; lorsqu'on traite un sulfazotite par un acide, il dégage immédiatement du deutoxyde d'azote, et donne naissance à un sulfate.

» L'acide sulfazoteux se combine avec toutes les bases; je ne parlerai ici que du sulfazotite de potasse, qui peut servir à caractériser les autres sulfazotites.

Sulfazotite de potasse.

» Ce sel est très-soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, exerce sur les réactifs colorés une réaction fortement alcaline. Il se décompose brusquement par la chaleur, donne naissance à de l'acide sulfureux, de l'ammoniaque, des vapeurs rutilantes, et laisse un résidu de sulfate neutre de potasse; il dégage du deutoxyde d'azote sous l'influence des acides; il est oxydé rapidement par le chlore ou l'acide azotique.

» Ce sel peut être représenté par la formule suivante :

$$2SO^3, 2SO^2, AzO^3, H^2O^2 + 3KO.$$

» En m'appuyant sur les précieuses observations que M. Chevreul a faites à l'occasion des *formules rationnelles* des corps composés, je me contente seulement de faire remarquer ici que l'acide sulfazoteux est formé de quatre éléments, qui peuvent représenter de l'acide sulfurique, de l'acide sulfureux, de l'acide azoteux et de l'eau.

» Tous les autres sulfazotites sont examinés avec détail dans mon Mémoire.

» Je passe maintenant à la seconde classe de composés, qui prend naissance dans la réaction de l'acide sulfureux sur les azotites.

» Lorsqu'on traite le sulfazotite de potasse par une nouvelle quantité d'acide sulfureux en présence d'un excès de potasse, on le transforme complétement en un autre sel qui contient un nouvel acide que je nomme *sulfazotique*.

» Cet acide, semblable au précédent, ne peut exister qu'en combinaison avec les bases; mais il forme des sels qui diffèrent entièrement des sulfazotites. Le sulfazotate de potasse caractérise immédiatement cette nouvelle classe de composés.

» Ce sel est remarquable, en effet, par sa belle cristallisation; il est soluble dans l'eau, et cristallise souvent en larges tables rhomboïdales; sa réaction est alcaline, et sa saveur est légèrement caustique. Les acides sulfurique et chlorhydrique ne le décomposent pas; cette propriété le distingue du sulfazotite, qui est, comme je l'ai dit précédemment, détruit par les acides.

» Ce sel présente la composition suivante :

$$2SO^3, 3SO^2, AzO^3, H^2O^2, 3KO.$$

» En rapprochant cette formule de celle du sulfazotite, on reconnaît que les deux acides qui entrent dans ces sels ne diffèrent que par 1 équivalent d'acide sulfureux; on comprend alors que le sulfazotite se transforme en sulfazotate sous l'influence de l'acide sulfureux.

» L'acide sulfazotique forme, avec les autres bases, des sels cristallisables, et peut même donner naissance à des sels doubles.

» Pour obtenir la troisième série de sels, il faut traiter le sulfazotate de potasse contenant un excès de base, par l'acide sulfureux. La liqueur, qui était d'abord parfaitement claire, laisse bientôt déposer de longues aiguilles soyeuses de sulfammonate de potasse. On se rappelle que ce sel, qui a été décrit dans un Mémoire précédent, est caractérisé par son insolubilité dans une liqueur alcaline, et sa transformation rapide en sulfate d'ammoniaque et en bisulfate de potasse, lorsqu'on le fait bouillir dans l'eau.

» On peut représenter ce sel par deux *compositions équivalentes* : la formule $7SO^3, AzH^2, SO^2, 4KO$, fait comprendre sa décomposition en sulfate acide de potasse et en sulfate d'ammoniaque ; la formule $2SO^3, 6SO^2, AzO^3, H^2, O^2, 4KO$ établit un rapport entre le sulfammonate de potasse et les sels précédents, et démontre en outre que ce sel ne diffère du sulfazotate de potasse que par de l'acide sulfureux et de la potasse.

» Enfin, lorsqu'on traite le sulfammonate de potasse par de l'eau à 40 degrés, on enlève 1 équivalent de bisulfate de potasse, en donnant naissance aux nouveaux sels que j'ai nommés *sulfamidates*, et qui diffèrent, par toutes leurs propriétés, des sels précédents.

» Tel est le résumé des principales réactions qui sont décrites dans mon Mémoire.

» Les faits qui précèdent prouvent donc que les acides sulfureux et azoteux, qui se décomposent si facilement dans l'eau, peuvent se réunir en présence de l'eau et de la potasse, pour former quatre espèces de sels différents.

» Ces corps ne sont pas seulement intéressants par leur production, mais encore par l'ensemble de leurs propriétés et la mobilité de leurs éléments, qui les rapprochent des substances organiques : je me suis assuré que ces nouveaux sels peuvent être modifiés par les agents chimiques sans être décomposés complétement.

» Je crois pouvoir annoncer ici, d'une manière positive, que d'autres acides peuvent, comme les acides azoteux et sulfureux, se réunir en présence d'une base pour constituer une seule molécule d'acide; et que, par conséquent, cet ordre de phénomènes doit enrichir la science d'un grand nombre de composés nouveaux. »

CHIMIE. — *Recherches sur les acides volatils à* 6 *atomes d'oxygène; par* **M. Aug. Cahours.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Lorsque MM. Liebig et Vöhler eurent démontré, dans l'huile volatile d'amandes amères, l'existence d'un composé ternaire qui se rencontre dans toutes les combinaisons benzoïques, et qu'ils considérèrent par cette raison comme le radical de ces combinaisons, tout le monde comprit l'importance d'un résultat qui permettait de grouper des faits nombreux, et bientôt, dans les mains d'observateurs habiles, la série benzoïque devint une des plus complètes de la chimie organique.

» Depuis lors, la science s'est enrichie de plusieurs composés analogues, et la découverte de l'hydrure de salicyle par M. Piria a fait époque dans l'histoire des combinaisons organiques.

» Aujourd'hui, je viens offrir à l'Académie le résultat de mes recherches sur un corps appartenant à ce groupe, et dont l'étude m'a permis de me rendre nettement compte de la production de l'acide anisique.

» Dans un Mémoire publié en juillet 1841 sur l'essence d'anis et les composés qui en dérivent, j'avais fait voir que cette substance se convertissait, par l'ébullition avec de l'acide azotique à 24 ou 25 degrés, en un acide nouveau représenté par la formule

$$C^{32}H^{16}O^{6},$$

que je désignai sous le nom d'*acide anisique*, en raison de son origine. Je fis voir encore, dans ce même Mémoire, qu'en faisant usage d'un acide plus concentré, l'essence se convertissait tout entière en un acide azoté dérivant du précédent par la substitution de 1 équivalent de vapeur nitreuse à 1 équivalent d'hydrogène, et représenté par conséquent par la formule

$$\begin{matrix} C^{32}H^{14}O^{6} \\ Az^{2}O^{4}. \end{matrix}$$

» J'avais remarqué que toutes les fois qu'on fait usage d'acide nitrique très-affaibli, il se produisait, au commencement de la réaction, une huile pesante, de couleur rougeâtre, qui se précipitait au fond de la liqueur nitrique, et qui présentait à la température ordinaire la consistance d'une huile épaisse. Pensant que ce produit devait renfermer quelque substance moins oxygénée que l'acide anisique, et présentant avec lui quelque relation simple de composition, je soumis cette huile à une distillation ménagée, après l'avoir toutefois entièrement privée de l'acide nitrique en excès par de nombreux lavages à l'eau. J'obtins pour résidu, dans le vase distillatoire, une petite quantité d'un charbon caverneux et brillant; le produit condensé dans le récipient contenait deux substances distinctes : l'une, solide et cristallisable, présentait exactement la composition et les propriétés de l'acide anisique; l'autre offrait l'aspect d'une huile jaunâtre, dont la pesanteur spécifique est supérieure à celle de l'eau.

» La séparation de ces deux produits est facile à effectuer, au moyen d'une lessive faible de potasse, qui dissout l'acide et laisse l'huile intacte. Celle-ci peut ensuite, à l'aide de quelques rectifications opérées dans un courant d'acide carbonique, être obtenue entièrement incolore; mais elle prend bientôt une teinte jaunâtre qui fonce avec le temps. L'analyse assigne à ce produit la formule

$$C^{32}H^{16}O^{4},$$

qui ne diffère, comme on voit, de celle de l'acide anisique, que par deux molécules d'oxygène.

» Or, la transformation de l'essence d'anis, d'abord en cette dernière sub-

stance, puis en acide anisique, s'explique d'une manière fort nette, si l'on admet que la molécule de cette essence se scinde en deux groupes qui s'oxydent séparément sous l'influence de l'acide nitrique. On aurait donc

$$\underset{\text{Essence d'anis.}}{C^{40}H^{42}O^{2}} = C^{8}H^{8} + C^{32}H^{16}O^{2}.$$

» Le carbure d'hydrogène C^8H^8 se brûlerait en fournissant de l'acide oxalique et de l'acide carbonique dont j'ai constaté la production, quoiqu'à la vérité, en faible proportion, tandis que le groupe ternaire $C^{32}H^{16}O^2$ fixerait d'abord O^2, puis O^4, pour engendrer l'huile pesante, puis l'acide anisique, dernier terme de l'oxydation. L'essence d'anis diffère donc ainsi d'une manière essentielle de l'essence de cumin, son isomère, qui, fixant directement deux molécules d'oxygène, donne naissance à l'acide cuminique.

» L'huile pesante obtenue par l'action de l'acide nitrique sur l'essence d'anis, étant traitée par le chlore ou le brome, perd 1 équivalent d'hydrogène, qu'elle échange contre 1 équivalent de l'un ou l'autre de ces corps.

» L'ammoniaque caustique la transforme, par un contact prolongé, en une substance cristalline analogue à la salhydramide; enfin, lorsqu'on la laisse tomber goutte à goutte sur de la potasse en fusion, de l'hydrogène se dégage, tandis qu'il se produit un anisate alcalin.

» Elle se transforme également en acide anisique, lorsqu'on l'abandonne au contact de l'air; dans ce cas, l'action est très-lente, mais finit par être complète.

» L'ensemble de ces réactions montre clairement que le produit dont je viens de donner une description sommaire se rapproche des huiles d'amandes amères et de Spirea; aussi proposerai-je de le désigner sous le nom d'*hydrure d'anisyle*.

» On aurait alors les combinaisons suivantes :

$C^{32}H^{16}O^{4}$, hydrure d'anisyle;

$C^{32}\genfrac{}{}{0pt}{}{H^{14}}{Cl^{2}}O^{4}$, chlorure d'anisyle;

$C^{32}\genfrac{}{}{0pt}{}{H^{14}}{Br^{2}}O^{4}$, bromure d'anisyle;

$C^{32}H^{16}Az^{\frac{4}{3}}O^{2}$, anishydramide;

$C^{32}H^{16}O^{4} + O^{2}$, acide anisique cristallisé.

» La formation de l'acide anisique une fois expliquée, je me suis attaché à faire une étude comparative de ce produit et de l'acide salicylique, qui renferme, ainsi que lui, 6 atomes d'oxygène dans sa molécule.

» Comme l'hydrure d'anisyle, dont il dérive, l'acide anisique peut échanger une molécule d'hydrogène contre une de chlore, de brome ou de vapeur nitreuse, en fournissant des composés qui présentent avec lui la plus exacte ressemblance.

» L'acide anisique forme, en réagissant sur l'alcool et l'esprit-de-bois, des éthers qui ne possèdent pas la propriété de s'unir aux bases; ce sont des composés d'une neutralité parfaite, et rentrant par conséquent dans la classe des éthers ordinaires.

» Si donc l'acide salicylique, en s'éthérifiant, peut former des combinaisons qui se comportent comme de véritables acides, il faut nécessairement admettre que cette propriété doit tenir au groupement particulier que présentènt ses molécules; c'est donc un corps unique jusqu'à présent, mais dont on retrouvera sans doute des analogues.

» Les éthers formés par les acides anisique et salicylique présentent ce résultat particulier, que lorsqu'on fait réagir sur eux soit le chlore, soit le brome, l'action se porte sur l'acide au lieu de se porter sur la base, comme M. Malaguti l'a si bien observé pour la plupart des éthers qu'il a soumis à son examen. Ces faits prouvent évidemment qu'on ne saurait généraliser ces sortes d'actions, qui doivent uniquement dépendre de la constitution moléculaire du corps considéré.

» Les éthers chloranisique, bromanisique et nitranisique peuvent s'obtenir, soit par la réaction des acides sur l'alcool ou l'esprit-de-bois, soit directement, en faisant agir le chlore, le brome ou l'acide nitrique fumant sur l'éther anisique ou l'anisate de méthylène.

» Les séries anisique et salicylique présentent des cas d'isomérie nombreux et pleins d'intérêt: ainsi, tous les éthers que forment l'acide anisique et ses dérivés avec l'esprit-de-bois, possèdent la même composition que ceux qu'on obtient au moyen de l'acide salicylique et de l'alcool; ce qui doit être, puisque l'acide anisique ne diffère de l'acide salicylique que par C^4H^4 en plus, et l'esprit-de-bois de l'alcool par C^4H^4 en moins. En effet, on a

$$\begin{array}{rcl} C^{32}H^{16}O^6 - C^4H^4 & = & C^{28}H^{12}O^6 \\ + C^4H^8O^2 + C^4H^4 & = & C^8H^{12}O^2 \\ - H^4O^2 & & - H^4O^2 \\ \hline C^{36}H^{20}O^6 & & C^{36}H^{20}O^6. \\ \text{Anisate de méthylène.} & & \text{Éther salicylique.} \end{array}$$

» De part et d'autre les produits peuvent être obtenus facilement à l'état de pureté; il sera curieux, dès lors, d'étudier d'une manière comparative leurs propriétés physiques; c'est ce que je me propose de faire. »

CHIMIE. — *Remarques sur les éléments qui composent les substances organiques et sur leur mode de combinaison; par* M. E. MILLON.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Lorsqu'on envisage le carbone dans ses combinaisons, on découvre sans peine qu'elles sont affectées d'un caractère particulier à la faveur duquel cet élément reçoit une puissance immense pour l'accomplissement des fonctions qui lui sont dévolues. Ce caractère du carbone se manifeste dans presque toutes les alliances qu'il contracte; il est inscrit sur les produits organiques les plus simples, et se retrouve encore dans les produits les plus complexes. Néanmoins, il ne nous semble pas qu'on ait encore dégagé des cas innombrables où ce caractère se révèle, une expression simple qui puisse en marquer la nature et l'étendue.

» On peut formuler ce caractère en disant *que le carbone s'unit intimement aux autres éléments organiques, et même au plus grand nombre des éléments inorganiques*. Le rapprochement des combinaisons organiques et minérales fait comprendre bien vite ce que signifie cette intimité de l'union du carbone.

» Chaque métalloïde, chaque métal se trouve, en chimie minérale, marqué par quelques traits qui reparaissent partout où se fixent le métal et le métalloïde. C'est ainsi que partout où se combine le chlore, on le déplace sans peine sous forme d'acide chlorhydrique, ou bien on le précipite par le nitrate d'argent à l'état de chlorure insoluble, ou bien encore on le met en liberté par l'action combinée d'un peroxyde et d'un acide. On peut en dire autant du soufre, de l'iode. Les acides minéraux se retrouvent facilement au sein des dissolvants, quels que soient les liens dans lesquels ils se trouvent engagés. Les bases aussi conservent, en présence des acides, des réactions invariables.

» Mais que l'on cherche à faire l'application de règles analogues au carbone, elles se trouvent presque toutes en défaut. C'est ainsi qu'on tourmente vainement le chlorure de carbone par les réactifs ordinaires pour y reconnaître le chlore; le sulfure de carbone est inutilement mêlé aux solutions les plus propres à y déceler l'hydrogène sulfuré. Les carbures d'hydrogène peuvent se dissoudre dans les solutions métalliques sans que l'hydrogène uni au carbone sollicite l'oxygène de la base, tandis que le carbone se porterait sur le métal. Tous les carbures métalliques connus jusqu'ici sont pourtant insolubles, et quelle que soit la combinaison de l'hydrogène, elle obéit à cette

règle de double échange. Le chlore, l'iode, le soufre, le sélénium, le tellure, le phosphore, l'arsenic, l'antimoine, suivent cette règle uniforme dans leur union à l'hydrogène; le carbone s'en affranchit.

» Pour représenter, autant qu'on peut le faire par des mots, cette spécialité du carbone, on peut dire que, dans les combinaisons minérales, les éléments sont *juxtaposés*, tandis qu'ils *se pénètrent* dans les combinaisons organiques. Il semble que le mode naturel des êtres qui conduit à distinguer l'accroissement extérieur des minéraux et l'intussusception des animaux et des plantes, se trouve en corrélation avec le mode chimique des principes qui servent à construire les uns et les autres.

» Voici maintenant les conséquences de la pénétration du carbone. Cet élément, associé aux autres éléments, forme avec eux un composé qui n'agit plus par les différentes pièces qui le constituent, mais par leur ensemble; c'est comme un corps nouveau qui offre ses ressources à la production des êtres organiques.

» On comprend que, par un abus de cette disposition, quelques chimistes aient été portés à construire une multitude de corps hypothétiques, formés par l'union du carbone avec l'azote, l'hydrogène et l'oxygène. On a donné à ces êtres, imaginaires pour la plupart, le nom de *radicaux*, et on leur a fait ainsi jouer, presque toujours en dépit des réactions, un rôle fort étrange; tandis qu'il eût suffi, dans ces différents cas, de signaler l'union parfaite de plusieurs éléments organiques, et d'indiquer, au gré des phénomènes, leurs tendances générales de combinaison ou de décomposition.

» Je poursuis les conséquences théoriques de l'union particulière du carbone; les conséquences pratiques ne se feront pas attendre.

» Si le carbone a la puissance d'enchaîner un certain nombre de molécules, de constituer avec elles un groupement d'une stabilité particulière, on comprend sans peine que ce groupement puisse persister malgré un changement successif et même complet dans la nature des molécules. Ce changement détruirait tout autre arrangement chimique, appartenant, par exemple, aux combinaisons minérales. Ici la molécule organique s'ouvre à la substitution, mais la permanence se retrouve dans le nombre.

» L'isomorphisme de l'hydrogène et du chlore montre jusqu'où peut aller la permanence de certaines propriétés du groupement organique. On sait que ces deux éléments satisfont dans plusieurs cas aux règles de l'isomorphisme. Faudrait-il en conclure que le chlore et l'hydrogène possèdent des analogies très-étendues? Certainement non; ils sont isomorphes à la condition de se trouver en présence du carbone. Le carbone, ce témoin nécessaire

aux relations isomorphiques du chlore et de l'hydrogène, imprime un caractère si puissant au groupement auquel il préside, que le remplacement d'un corps tel que l'hydrogène par un autre de nature très-opposée, tel que le chlore, ne change pas une des conditions essentielles de la combinaison, celle qui se traduit par la forme.

» Ainsi, pour résumer ces premiers points de l'histoire du carbone, cet élément offre un mode de combinaison qui lui appartient en propre; il fait en quelque sorte passer à l'état latent les éléments auxquels il s'associe, il les groupe dans un certain ordre où il les retient par sa présence. Le groupement est si fort, tant que le carbone le domine, que les éléments de la nature la plus contraire se placent l'un à côté de l'autre, se substituent et semblent établis dans l'alliance la plus naturelle, lorsqu'ils sont peut-être enchaînés par un lien violent.

» Il serait superflu d'insister sur l'azote, et de montrer qu'il se rapproche du carbone, qu'il se place avec lui sur cette ligne d'affinité organique où les éléments s'unissent, s'effacent et se préparent à satisfaire, par un ensemble parfait, aux besoins de l'organisation végétale et animale.

» Mais si l'on s'élève à des composés organiques plus complexes, le même caractère de combinaison intime se reproduit et prend une extension considérable. Ici le fait est palpable, et pour plusieurs cas particuliers, il se trouve déjà très-clairement défini. Ainsi, la combinaison des acides minéraux et de l'acide sulfurique en particulier à l'alcool, à la naphtaline, au sucre, à l'acide acétique, à la glycérine, aux corps gras, à l'indigo, à l'albumine, à la protéine, a très-bien appris que certaines substances minérales, en s'unissant aux substances organiques, perdaient la propriété de se déceler par les réactifs ordinaires. Les acides *copulés* ont conduit à une définition précise, mais très-restreinte, du principe que je développe; et, bien avant les acides copulés, les acides *conjugués* avaient présenté une vue délicate du même principe et son application très-hardie (1).

---

(1) Il y a longtemps que l'on a remarqué que les combinaisons de l'acide sulfurique avec l'alcool, la naphtaline, le sucre, l'acide acétique, et l'on peut dire aujourd'hui avec le plus grand nombre des substances organiques, perdaient la propriété de se déceler par les sels solubles de baryte, de chaux, de strontiane et de plomb. M. Gerhardt a proposé de considérer ces composés sulfuriques comme le résultat d'une combinaison spéciale qu'il a nommée *accouplement;* il a admis, en outre, que la matière organique se distinguait, dans ce cas, en ce qu'elle ne saturait point l'acide et devait recevoir, à ce titre, le nom de *copule*.

M. Gerhardt a ensuite étendu la faculté de se combiner par accouplement aux acides miné-

» En admettant, ce qui est incontestable, que les acides sulfurique, nitrique et phosphorique s'unissent aux principes organiques et s'absorbent dans une combinaison intime; en admettant que des acides organiques se soumettent au même régime, que les acides oxalique et acétique se dissimulent dans les acides tartrique et citrique, jusqu'où ce principe de combinaison intime s'étendra-t-il? Faut-il s'arrêter aux cas déjà bien nombreux qui viennent d'être signalés? Ce serait renoncer à mille rapprochements curieux que ce principe provoque.

» C'est bien certainement ici qu'il faut placer les combinaisons si variées du cyanogène et des cyanures entre eux : le carbone et l'azote, ces deux éléments organiques par excellence, unis l'un à l'autre, mettent en pleine évidence le principe de combinaison intime. Sa puissance s'y développe, pour ainsi dire, sans limites. Tous les éléments, métaux et métalloïdes, viennent s'absorber dans les groupements cyanurés, et y perdre, en quelque sorte, leur caractère individuel.

» Tout à côté du cyanogène se place l'ammoniaque; c'est presque la même puissance de combinaison intime, la même fécondité dans les productions organiques et minérales qui en dérivent. L'union de l'ammoniaque à l'eau, aux oxydes métalliques, aux acides minéraux et organiques, montre avec quelle facilité elle s'associe pour former des groupements nouveaux, dans lesquels tous les éléments, rapprochés par le lien le plus intime, s'engagent simultanément dans les réactions ultérieures.

» Il serait inutile de poursuivre plus loin les rapports des substances minérales et des substances organiques. Le mode d'union du carbone au chlore, au soufre, à l'hydrogène, se reproduit dans la combinaison du cyanogène

---

raux et organiques; ainsi, les acides phosphorique, arsénique, carbonique, oxalique, tartrique, peuvent recevoir l'addition d'une copule organique, et se comporter suivant les règles de l'accouplement, que M. Gerhardt a développées avec un soin tout particulier pour l'acide sulfurique. Cependant, il faut reconnaître qu'en désignant les acides tartrique et citrique sous le nom d'*acides conjugués,* et en les rattachant l'un et l'autre aux acides acétique et oxalique, M. Dumas avait le premier marqué très-nettement la voie dans laquelle M. Gerhardt s'est engagé plus tard. Bien que les acides copulés doivent, suivant M. Gerhardt, procéder d'une association directe, et se produire toujours avec élimination d'eau; bien que ces deux circonstances ne s'observent point dans l'acide tartrique qui contient tous les éléments des acides acétique et oxalique, et qui, en outre, n'a pu se préparer jusqu'ici par l'union des deux acides, l'idée est la même de part et d'autre : elle suppose une combinaison de nature spéciale qui efface, ici, le caractère des acides sulfurique et phosphorique, là, les propriétés des acides acétique et oxalique.

et de l'ammoniaque avec les substances minérales, et le même principe se continue, sans interruption, dans la combinaison de toutes les substances organiques. Elles tendent toutes, dans leurs rapports avec les produits d'origine minérale, à l'union intime des éléments.

» Mais un fait si général se bornera-t-il aux relations des éléments et des principes organiques avec les éléments et les principes minéraux? Les substances organiques perdront-elles, les unes à l'égard des autres, la faculté de se combiner intimement, et de former, par l'union de groupements simples, des groupements complexes où toutes les pièces de l'assemblage concourent à une même réaction? Il répugne de croire qu'il en soit ainsi. Douées d'une faculté de combinaison qui leur appartient en propre, les substances organiques l'exercent nécessairement entre elles. C'est ainsi que j'ai déjà signalé la classe des acides conjugués, comme la première application du principe de combinaison intime.

» J'ai dû chercher si ce même principe pourrait pénétrer ailleurs. Pour le soumettre au contrôle de cette nouvelle et décisive épreuve, on comprend qu'il eût été tout à fait oiseux de détailler, d'une manière purement graphique, et de découper, en quelque sorte, un certain nombre de molécules organiques. Je me suis attaché, au contraire, à saisir, à la faveur du principe de combinaison intime, des relations nombreuses entre des corps éloignés jusqu'ici par le rang qu'on leur assigne. En me livrant à cette recherche, je n'ai pas tardé à reconnaître qu'il fallait admettre que certaines dispositions moléculaires persistent encore après l'élimination de l'eau ou de l'acide carbonique, et même après l'élimination simultanée de ces deux principes. C'est absolument ainsi que l'hydrate d'acide sulfurique et l'hydrate de potasse se combinent pour former un sulfate anhydre, dans lequel néanmoins ils transportent une sorte d'arrangement originel qui permet de retourner à la molécule acide ou à la molécule basique. C'est encore ainsi qu'on a tout intérêt à tenir le carbonate neutre de potasse très-rapproché du bicarbonate de la même base, dont il diffère cependant par une perte d'eau et d'acide carbonique (1).

» Je me bornerai maintenant à quelques exemples.

» Il existe une catégorie de corps sur la constitution desquels on a jusqu'ici hésité à se prononcer. Ces corps sont désignés sous les noms de *benzone*, d'*a-*

---

(1) Cette élimination d'un ou de plusieurs équivalents d'eau, très-fréquente en chimie minérale, a probablement lieu dans un grand nombre de cas où on ne la soupçonne pas. Il est fort possible que les acides monoatomiques dérivés, tels que S^2O^2 par rapport à SO^3, ClO^3 par

cétone, etc.; ils renferment tous de l'oxygène dans leur composition, et se forment dans la distillation des sels organiques à base alcaline ou terreuse. Si l'on observe les circonstances de leur production, on reconnaît qu'elles sont très-voisines de la formation d'un carbure d'hydrogène qui dérive de ces mêmes sels. Entre le carbure d'hydrogène et le produit oxydé, aucune relation apparente au premier abord. La formule de la benzine $C^{12}H^6$ s'éloigne manifestement de la formule de la benzone $C^{13}H^5O$; il en est de même du gaz des marais C^2H^4, rapproché de l'acétone C^3H^3O.

» Mais si l'on consent à se représenter la benzone comme un produit résultant de l'union de l'acide carbonique et de la benzine, avec élimination d'eau, on trouvera que ces produits sont dans un rapport très-simple :

$$\underset{\text{Benzine.}}{C^{12}H^6} + CO^2 = \underset{\text{Benzone.}}{C^{13}H^5O} + HO.$$

La benzone dérive par conséquent de la benzine et de l'acide carbonique, absolument comme la sulfobenzide et la nitrobenzide dérivent du même carbure d'hydrogène et des acides nitrique et sulfurique :

$$\underset{\text{Benzine.}}{C^{12}H^6} + SO^3 = \underset{\text{Sulfobenzide.}}{C^{12}H^5SO^2} + HO;$$

$$\underset{\text{Benzine.}}{C^{12}H^6} + AzO^5, HO = \underset{\text{Nitrobenzide.}}{C^{12}H^5AzO^4} + 2HO.$$

Maintenant on peut continuer le même ordre d'idées, en se tenant aux pro-

---

rapport à ClO^7, etc., résultent de la réaction de la combinaison hydrogénée du métalloïde sur sa combinaison oxygénée. Ainsi :

$$SO^3 + SH = S^2O^2 + HO;$$
$$ClO^7 + ClH = 2ClO^3 + HO;$$
$$AzO^5 + AzH^3 = 2AzO + 3HO.$$

L'élimination d'eau est toujours proportionnelle à la quantité d'hydrogène contenue dans la combinaison hydrogénée.

Dans les combinaisons du phosphore, l'élimination de l'eau ne paraît pas s'effectuer; de là sans doute l'eau inhérente à la constitution des hypophosphites :

$$PhO^5, 3HO + PhH^3 = 2\underset{\text{Acide hypophosphoreux.}}{(PhO, 2HO + HO)}.$$

Le troisième équivalent d'eau de l'acide hypophosphoreux est basique.

Le principe de combinaison intime serait ainsi quelquefois applicable aux combinaisons minérales, et le signe de démarcation ne serait pas rigoureusement respecté. N'en est-il pas ainsi de tous les caractères appliqués aux classifications naturelles?

duits qui résultent de la distillation des benzoates. Que l'on admette un instant que la benzine et la benzone peuvent se combiner entre elles, avec élimination d'eau, et l'on arrivera à l'équation suivante :

$$C^{12}H^{6} + C^{13}H^{5}O = C^{25}H^{10} + HO.$$

Benzine. Benzone. Naphtaline.

Ainsi la benzine et la benzone, qui s'uniraient en perdant 1 équivalent d'eau, donneraient un carbure d'hydrogène dans lequel le rapport des éléments serait semblable à celui qui s'observe dans la naphtaline.

» Si l'on se rappelle que la naphtaline se produit en même temps que la benzine et que la benzone; que la naphtaline donne naissance à des produits identiques avec ceux qui dérivent de la benzine, on comprendra quels rapprochements inattendus peut provoquer l'application du principe de combinaison intime.

» Quelle simplicité n'introduirait-on pas dans l'histoire des carbures d'hydrogène, en montrant qu'ils se rattachent à trois ou quatre groupements primitifs, modifiés suivant des règles simples et associés entre eux!

» Quant à l'acétone, elle se rattache au gaz des marais par une interprétation semblable (1) :

$$C^{2}H^{4} + CO^{2} = C^{3}H^{3}O + HO.$$

Gaz des mar. Acétone.

Que le gaz des marais et l'acétone aboutissent l'un et l'autre, dans des conditions analogues, à produire du chloroforme, cela s'explique sans peine à la suite de l'équation qui précède.

» La liqueur fumante de Cadet, le protoxyde de cacodyle, paraît dériver, en vertu du même principe, de l'acide arsénieux et du gaz des marais :

$$C^{4}H^{8} + AzO^{3} = C^{4}H^{6}AzO + 2HO.$$

Gaz des mar. Ac. arsén. Protox. de cacodyle.

» Il serait tout simple, avec une telle origine, que les composés du cacodyle pussent retourner, après quelques métamorphoses, à la série du mé-

---

(1) M. Persoz a interprété les mêmes formules en y introduisant l'oxyde de carbone, en remplacement de l'hydrogène; on sait que M. Persoz construit un grand nombre de formules organiques en usant ainsi de l'oxyde de carbone comme radical. L'exposition du principe de combinaison intime montre suffisamment, je pense, qu'à part les faits qui restent les mêmes pour toute discussion scientifique, les idées que je développe n'ont pas le moindre rapport avec celles qu'adopte M. Persoz.

thylène. Quant à la production du protoxyde de cacodyle, on sent qu'elle devient ainsi un fait simple et facile à prévoir.

» En inscrivant ici tous les rapprochements organiques auxquels on peut arriver par une élimination simultanée d'eau et d'acide carbonique, la discussion serait interminable. Cependant, comment résister à croire, en présence des réactions caractéristiques et permanentes de plusieurs séries de produits pyrogénés, des acides méconique et gallique par exemple, et de leurs dérivés, comment résister à croire qu'il existe, en dehors de l'eau et de l'acide carbonique éliminés, un groupement stable, qui persiste dans son arrangement comme dans la tendance de ses affinités?

» Certainement de pareilles relations ne peuvent être admises qu'autant que les différents produits y trouvent un lien naturel qui rapproche les parties essentielles de leur histoire. Il faut que le mode de production et de décomposition, que la constitution et les réactions, que toutes les grandes circonstances chimiques en un mot, trouvent, grâce au principe de combinaison intime, un heureux enchaînement. C'est à cette condition seulement que ce principe recevra quelque valeur d'une application persévérante et réservée. S'il conduisait (et j'ai quelque espoir qu'il en sera ainsi) à réduire les agrégations moléculaires très-compliquées à un petit nombre de groupements primitifs, qui se comporteraient ensuite et se modifieraient suivant quelques règles générales, ce principe, je ne crains pas de le dire, serait le véritable cotylédon des affinités chimiques. »

ZOOLOGIE. — *Réponse aux observations présentées à l'Académie par* M. Souleyet *sur mes travaux relatifs aux Phlébentérés; par* M. A. DE QUATREFAGES.

« J'étais absent de Paris lorsque M. Souleyet a présenté à l'Académie une Note dans laquelle il attaque *tous* les résultats que j'ai publiés sur un groupe de Mollusques gastéropodes, jusqu'à ce jour confondus avec les autres Nudibranches, groupe que j'ai proposé de distinguer par l'épithète de *Phlébentérés*. Selon M. Souleyet, ces résultats *sont contraires, non-seulement à tous les faits acquis sur l'organisation des Mollusques, mais encore à tous les principes admis et reconnus en zoologie* (1). De plus, les faits que j'ai publiés sont, ou *complétement inexacts,* ou bien ils ont été interprétés d'une ma-

(1) Expressions de M. Souleyet (*voir* la Note de ce naturaliste, *Comptes rendus,* t. XIX, p. 355).

nière *peu rationnelle*. On voit que M. Souleyet m'attaque au nom des principes, au nom de l'analogie, au nom des faits, au nom de la logique et du raisonnement; je viens répondre brièvement sur ces quatre chefs.

» I. Bien que M. Souleyet me combatte au nom des principes, il n'énonce aucun de ceux sur lesquels il s'appuie. On peut seulement soupçonner, d'après quelques-uns des reproches qu'il m'adresse, qu'au nombre de ces principes se trouvent les deux suivants :

» 1°. M. Souleyet paraît admettre que, dans un groupe comme celui des Gastéropodes nudibranches, on ne peut, sans une préoccupation systématique, voir de dégradation organique analogue à celle que j'ai signalée chez les Phlébentérés;

» 2°. Ce naturaliste admettrait encore que, dans une famille où les genres ne diffèrent que par des caractères extérieurs souvent peu importants, il ne peut exister de différences organiques considérables.

» Sur ces deux points, d'un si grand intérêt pour la zoologie générale, je suis en désaccord complet avec M. Souleyet; ne pouvant développer ici mes idées sur ce sujet, je ne ferai qu'énoncer les principes contraires qui me semblent être l'expression de la vérité.

» 1°. Si l'ensemble du règne animal ne formait qu'une seule série s'étendant, par des dégradations successives, des premiers mammifères aux derniers zoophites, ce serait en effet à l'extrémité seulement de cette série que l'on pourrait rencontrer des simplifications organiques importantes; mais il n'en est pas ainsi. Le nombre des séries qui composent ce grand ensemble est, au contraire, assez considérable; chacune de ces séries porte le cachet d'un type particulier; chacune d'elles renferme des animaux qui présentent à un haut degré les caractères du type de leur série, et des animaux chez lesquels le type tend à s'effacer; presque toutes se dégradent à leur extrémité inférieure. Or, lorsque l'on compare entre elles plusieurs de ces dernières séries, on reconnaît que la dégradation a toujours lieu par des moyens semblables ou analogues. Les deux embranchements des Annelés et des Mollusques présentent, sous ce rapport, une sorte de parallélisme des plus remarquables; l'un et l'autre se décomposent en un certain nombre de groupes secondaires dont plusieurs présentent la simplification organique poussée, pour ainsi dire, jusqu'à ses limites extrêmes. Dans tous les deux nous voyons la nature procéder à cette simplification graduelle par les mêmes moyens; dans tous les deux, les appareils les premiers modifiés, les premiers réduits, sont ceux de la respiration et de la circulation. Ces faits sont tellement nombreux, tellement évidents, que la pluralité des séries animales et leur dégra-

dation n'est pour ainsi dire pas *un principe;* c'est purement et simplement *un fait.*

» 2°. Dans chaque série animale, tant que le type est fortement caractérisé, les formes extérieures et l'organisation intérieure paraissent assez intimement liées, *bien que cet accord soit loin d'être constant.* Mais aussitôt que les animaux d'une série tendent à s'écarter de leur type, on voit apparaître une véritable confusion à cet égard. Alors les formes extérieures varient souvent, sans que l'organisation intérieure subisse de modifications notables; d'autres fois, au contraire, les formes extérieures demeurant sensiblement les mêmes, c'est l'organisation interne qui présente des variations parfois très-considérables.

» En résumé, M. Souleyet paraît admettre l'*unité de la série animale et la constance des groupes animaux secondaires*. J'admets la *pluralité des séries et la dégradation organique de plusieurs d'entre elles*. M. Souleyet semble penser que *la forme extérieure traduit* TOUJOURS *l'organisation intérieure.* Je crois au contraire que, dans une infinité de cas, *la forme générale du corps et l'organisation intérieure sont parfaitement indépendantes l'une de l'autre.*

» Avant d'aller plus loin, qu'il me soit permis d'exprimer le regret que j'éprouve d'être entré dans une discussion où je suis forcé de combattre de simples déductions faites par moi-même ; mais les expressions souvent répétées dans la Note de M. Souleyet m'en imposaient l'obligation. Il fallait bien chercher à prouver que les faits et les résultats annoncés par moi n'étaient pas *contraires à tous les principes admis et reçus en zoologie*. Réduit à juger par conjecture de ceux qu'a embrassés M. Souleyet, j'ai pu, dans ce qui précède, prêter à ce naturaliste des opinions qui ne sont pas les siennes. En ce cas, je serai le premier à reconnaître les erreurs dont il pourrait avoir à se plaindre; mais s'il juge à propos d'en relever quelques-unes, j'espère qu'il voudra bien s'expliquer aussi clairement que je viens de le faire sur les points suivants, qui touchent directement à la question actuelle : 1° l'existence d'une ou de plusieurs séries animales; 2° la dégradation de ces séries; 3° le mode général de cette dégradation ; 4° la valeur de la forme extérieure, comme traduisant *toujours* l'organisation intérieure.

» II. M. Souleyet ajoute que les résultats que j'ai publiés relativement aux Phlébentérés sont *contraires à tous les faits acquis sur l'organisation des mollusques, contraires à toutes les analogies*. Ici je me vois forcé de faire la même remarque que tout à l'heure. De tous ces faits acquis, M. Souleyet n'en signale aucun; de toutes ces analogies, M. Souleyet n'en indique aucune. Une seule

fois, pour justifier la détermination qu'il donne des cœcums qui pénètrent dans les appendices de l'Éolide, ce naturaliste s'appuie sur ce qu'on voit, dit-il, chez le Phylliroé. Mais les particularités anatomiques existantes chez ce dernier mollusque peuvent aussi s'interpréter autrement que ne le fait M. Souleyet. Ainsi le prétendu fait qu'il invoque n'est autre chose qu'une détermination toute personnelle, et dont il faudrait commencer par prouver l'exactitude.

» Quoi qu'il en soit, prenons les expressions de M. Souleyet telles qu'elles sont, et appliquons-les aux faits singuliers que présentent les Phlébentérés, sous le rapport des organes d'alimentation, de respiration et de circulation. Si, en faisant connaître les Phlébentérés, je les avais en même temps considérés comme des mollusques ordinaires, on aurait pu, en effet, s'armer contre moi des *faits acquis relativement à l'organisation de ces derniers;* mais je les présentais, au contraire, comme des animaux *à organisation exceptionnelle sur plusieurs points*. Dès lors l'analogie tirée des mollusques *à organisation normale* n'était évidemment pas applicable à ces *particularités exceptionnelles*.

» Ces particularités d'organisation isolent-elles tellement les mollusques phlébentérés, qu'ils soient sans analogues dans le règne animal ? Non certes. Mais il est évident que ce n'est pas dans le groupe dont ils tendent à s'écarter, qu'il faut chercher ces analogies, c'est dans des groupes parfois très-éloignés. Ici se présente l'application d'un des principes que j'ai formulés tout à l'heure. Le *phlébentérisme* (qu'on me passe cette expression) est un fait qui se retrouve et dans le règne animal considéré dans son ensemble, et dans plusieurs des séries secondaires ou tertiaires qui concourent à le former. Presque partout nous le voyons coïncider avec une dégradation manifeste de l'organisme entier ; presque toujours il coïncide avec la disparition totale ou partielle des organes uniquement destinés à la respiration ; presque toujours il coïncide avec la simplification ou l'annihilation complète des organes de circulation. Mais cette question, trop étendue pour être traitée en passant, fera l'objet d'un Mémoire spécial. En attendant, les expressions générales dont je viens de me servir suffiront pour rappeler à tous les anatomistes bien des faits particuliers qui sont déjà dans la science, et pour leur prouver que l'analogie invoquée par M. Souleyet est tout entière en ma faveur.

» On comprend que lorsque j'emploie les mots *analogue, analogie,* je n'entends nullement parler d'*affinités,* de *voisinage*. M. Souleyet paraît avoir confondu ces deux choses, bien différentes pourtant, lorsqu'il me reproche de *rapprocher* les Phlébentérés des Méduses. Il aurait pu s'étonner tout aussi

bien de me les voir *rapprocher en même temps* des Crustacés ordinaires, des Nymphons, des Entomostracés, des Annélides errantes, des Hirudinées, des Carbellariés, et en particulier des Planaires, etc.; car j'ai également signalé les *analogies* existantes entre ces divers groupes d'animaux et les Phlébentérés. En tout cas, ce ne serait pas *l'absence d'anus* qui me les aurait fait *rapprocher* des Méduses, mode de raisonnement que me prête M. Souleyet (1), puisque, bien loin de manquer d'anus, les Méduses en ont plusieurs. C'est, au contraire, en m'appuyant sur ce dernier fait, que j'ai employé le raisonnement diamétralement opposé, à propos de quelques observations de MM. Alder et Ancock (2).

» III. Passons maintenant à des considérations d'un autre ordre, et occupons-nous des faits. Selon M. Souleyet, presque tous ceux que j'ai avancés sont inexacts. Je ferai remarquer d'abord que, dans la plupart des cas, M. Souleyet se contente de dire *que je me suis trompé* ou bien *que tel organe m'a échappé*, mais sans nous faire part de ses observations personnelles. Le plus souvent alors ses critiques ne sont que la reproduction d'observations imprimées dans mes propres Mémoires. Ainsi, pour n'en citer qu'un exemple, M. Souleyet dit, en parlant des Phlébentérés en général : « Je me bornerai » à dire que, dans tous ces mollusques, l'intestin proprement dit a échappé » aux recherches de ce naturaliste (*M. de Quatrefages*); ce qui lui a fait assigner une position fausse à l'anus, ou l'a conduit à méconnaître l'existence » de cette ouverture (3). »

» Or, voici ce que je disais dans mon Mémoire sur les Gastéropodes phlébentérés : « Dans aucune des considérations précédentes, je n'ai fait entrer » en ligne de compte l'absence ou la présence de l'anus, non plus que la » position de cet orifice. Bien que je croie être certain qu'il manque dans les » Zéphyrines et surtout dans les Pavois et les Chalides, je suis le premier à » reconnaître qu'il peut exister quelque doute à cet égard. J'ai eu, en effet, » la plus grande difficulté à reconnaître son existence dans les Actéons, les » Actéonies, etc. Il serait donc très-possible qu'il m'eût échappé dans les » genres que je viens de nommer. » Plus loin j'ajoute : « La difficulté extrême d'apercevoir l'orifice anal, alors même qu'il existe bien réellement, » l'impossibilité où je me suis trouvé de distinguer la portion rectale de l'in-

---

(1) *Voir* la Note de M. Souleyet; *Comptes rendus*, tome XIX, page 355.

(2) Mémoire sur les *Gastéropodes phlébentérés*. (*Annales des Sciences naturelles*, mars 1844, page 179.)

(3) *Voir* la Note de M. Souleyet; *Comptes rendus*, tome XIX, page 355.

» testin, nous apprennent au moins que cette portion doit être d'un très-
» petit calibre. » Et plus loin enfin, au sujet des observations que m'avaient faites MM. Alder et Ancock, je m'exprime ainsi : « Quoi qu'il en soit, j'ai
» déjà dit plus haut comment et pourquoi la question de l'existence et de
» la position de l'anus dans les Mollusques phlébentérés me semblait devoir
» être réservée jusqu'à plus ample informé (1). » On voit que ces passages de mon Mémoire et celui de la Note de M. Souleyet se ressemblent beaucoup. On voit, en même temps, avec quelle réserve je présentais ces observations, avec quel soin j'appelais, sur les points qui me semblaient douteux, l'attention des autres naturalistes.

» Mais depuis la publication de ce Mémoire, j'ai envoyé de Messine une Note qui a été lue à l'Académie et insérée dans les *Comptes rendus*, bien avant la critique de M. Souleyet. Ici je pouvais être plus explicite, et je l'ai été. Voici en quels termes je m'exprime : « L'intestin proprement dit est, en gé-
» néral, très-difficile à voir. Chaque fois que j'ai pu le distinguer nettement,
» il s'est montré comme un tube court, assez large, partant en arrière du mi-
» lieu de l'estomac, ne formant que peu ou point de circonvolutions. La po-
» sition de l'anus m'a aussi souvent échappé. Lorsque j'ai pu le voir, je l'ai
» trouvé placé tantôt à l'extrémité (2), tantôt au milieu, tantôt au tiers anté-
» rieur du corps. Quelquefois aussi il est exactement sur la ligne médiane;
» d'autres fois, il est un peu sur le côté; mais dans tous les cas je l'ai toujours
» vu dorsal (3). » Si ce sont là les résultats que M. Souleyet a voulu attaquer, il me sera très-facile de démontrer que c'est lui qui est dans l'erreur (4).

» On voit aussi, par ce passage, que mes idées sur le point en discussion avaient été complétées par les recherches que je faisais en Sicile. On comprendra sans peine qu'il a dû en être ainsi pour bien d'autres. Le premier j'ai cherché à faire connaître avec détail les mollusques chez qui M. Milne Edwards avait découvert l'appareil gastro-vasculaire. A peine entré dans cette voie de recherches toute nouvelle, et où je manquais entièrement de termes

---

(1) Mémoire cité, pages 176 et 177.

(2) Ceci ne regarde que certains Actéons mollusques, que je considère comme appartenant à l'ordre des Phlébentérés, et que je comprenais dans ces rapides résumés.

(3) *Comptes rendus*, t. XIX, p. 190.

(4) Depuis la rédaction du passage que je viens de rappeler, je me suis assuré que dans l'Éolidine la dernière portion du tube digestif présente une disposition toute semblable à celle que je viens de décrire. Seulement l'intestin prend naissance plus en avant, et l'anus est placé sur le côté à droite, entre deux rangs de cirrhes branchiaux.

de comparaison, je n'ai pas eu la sotte prétention d'avoir *tout vu,* je n'ai pas eu celle de ne m'être *jamais trompé*. Les travaux que je rapporte de Sicile compléteront mes premiers Mémoires sur bien des points, les rectifieront aussi sur quelques autres. Ainsi, j'ai reconnu l'existence de deux orifices génitaux distincts chez une grande Vénilie de Favignana. J'ai reconnu que ces deux orifices, ou confondus en un seul, ou entièrement invisibles chez les Tergipédéens en temps ordinaire, devenaient très-apparents à l'époque de la copulation. J'ai constaté dans la disposition des organes génitaux des différences très-considérables, les uns consistant en un simple tube ovarien et une poche testiculaire, d'autres présentant une grande complication, et l'accompagnant de poches et de vésicules accessoires. J'ai reconnu pour être une de ces poches un organe dont j'avais signalé l'existence chez quelques Phlébentérés de la Manche, que j'avais désigné sous le nom d'*organe énigmatique* (1), et dont je n'avais pu préciser les fonctions, l'appareil reproducteur n'étant pas à cette époque en activité. J'ai vu que je m'étais trompé sur un des points en discussion entre MM. Alder, Ancock et moi. Les appendices branchiaux sont perforés à leur extrémité, comme les naturalistes anglais l'ont dit les premiers. Mais, d'autre part, je me suis assuré que ces orifices, au lieu d'être en quelque sorte des anus supplémentaires, servent à l'émission de spicules sécrétés par la glande terminale, spicules qui ressemblent presque entièrement à ceux des Actinies, des Médusaires, des Synaptes, etc.

» Je passe maintenant aux quelques faits précisés par M. Souleyet, et qui sont en opposition avec ce que j'ai vu moi-même.

» 1°. Ce naturaliste affirme que les troncs ramifiés dont les cœcums pénètrent dans les appendices branchiaux, s'ouvrent toujours isolément dans l'estomac. Je n'ai jamais trouvé de disposition semblable soit dans les espèces que *j'ai disséquées,* soit dans celles que j'ai pu observer par transparence; presque toujours j'ai vu, comme M. Milne Edwards l'avait observé dans les Calliopées, ces troncs ramifiés se réunir en deux grands troncs principaux qui débouchent l'un à droite, l'autre à gauche, dans l'estomac. Dans un Tergipédéen trouvé à Favignana, il n'y avait qu'un seul tronc principal, médio-dorsal. J'avais déjà fait connaître une disposition analogue dans l'Éolidine. De nouvelles recherches faites récemment à Granville, et où j'ai employé tour à tour la dissection et l'observation par transparence, ont confirmé les

---

(1) *Organe énigmatique, organe indéterminé,* telles sont les expressions dont je me suis servi. (Mémoire cité, texte et explication des planches.)

résultats imprimés dans mon premier Mémoire. J'ai toujours trouvé un tronc unique s'étendant de la poche stomacale, où son orifice est très-distinct, jusqu'à l'extrémité du corps de l'animal.

» 2°. M. Souleyet regarde les canaux ramifiés de l'appareil gastro-vasculaire comme de simples canaux biliaires. Ceci est une interprétation que je combattrai plus loin; mais ce naturaliste ajoute qu'*on les trouve presque toujours remplis d'une matière épaisse et brunâtre, qui a toute l'apparence de la bile.* Ceci est un fait d'observation, et ce fait est inexact. Déjà M. Edwards avait trouvé dans l'intérieur de cet appareil, chez les Calliopées, des détritus organiques, des débris de conferves, de la matière verte, etc., toutes substances appartenant bien évidemment aux aliments dont se nourrissent ces Mollusques. Depuis, j'ai fait des observations analogues sur une grande Vénilie de Favignana, et sur quelques-uns des Tergipédéens que j'ai trouvés en Sicile; mais il faut observer que, dans le plus grand nombre de ces animaux, le liquide qui remplit l'appareil gastro-vasculaire est fluide et incolore comme de l'eau, et qu'il renferme seulement une petite quantité de corpuscules en voie de digestion. J'ajouterai qu'on voit très-facilement, au microscope, ces corpuscules aller et venir de l'estomac dans les troncs de l'appareil gastro-vasculaire, pénétrer dans un cœcum, puis en sortir pour être entraînés dans un cœcum voisin.... Tous ces faits, d'une vérification facile sur le vivant, sont entièrement opposés à toute idée d'une simple sécrétion.

» 3°. J'arrive aux faits relatifs à la circulation, faits sur lesquels M. Souleyet a donné quelques détails plus précis que sur les autres points en discussion. Observons d'abord que j'ai le premier décrit le cœur et les artères de ces Mollusques dans mon Mémoire sur l'Éolidine. M. Souleyet n'a rien ajouté à cet égard. J'ai dit, depuis, que ces deux parties manquaient chez certains Phlébentérés, et je répète ici cette assertion. Dans mon voyage en Sicile, j'ai observé un très-grand nombre de ces animaux: chez les uns, le cœur existe, et alors il se distingue très-facilement. En général, ses contractions sont très-visibles, même par simple réflexion, par suite des mouvements qu'elles impriment aux téguments. Mais, dans d'autres espèces qui présentaient une transparence *égale,* que j'examinais avec *le même soin,* en employant *de la même manière les mêmes* instruments, je n'ai rien pu découvrir de semblable. La taille des individus soumis à mes recherches n'avait d'ailleurs aucune influence sur ces résultats. L'un des plus petits Phlébentérés que j'aie examinés est un Tergipédéen trouvé tout récemment à Saint-Malo, et dans lequel j'ai parfaitement vu et le cœur et les artères. Je suis donc

très-convaincu que le système vasculaire manque entièrement dans un certain nombre de phlébentérés (1).

» 4°. Dans aucun des Phlébentérés que j'ai observés, je n'ai trouvé de veines : je pense qu'elles n'existent pas. M. Souleyet affirme qu'elles existent *toujours*. Ici, je ne puis que répéter ce que j'ai vu il y a déjà longtemps, *ce que j'ai revu* avec le plus grand soin depuis l'apparition de la Note de M. Souleyet. Sur des individus parfaitement transparents, les globules irréguliers du sang arrivent en arrière du cœur dans un grand sinus médio-dorsal. Là on les voit aller et venir, jusqu'à ce qu'ils soient poussés dans le cœur par l'afflux continuel du liquide. Dans plusieurs cas j'ai suivi ces globules depuis la partie antérieure de l'animal dans la cavité générale, jusqu'à leur retour vers le cœur.

» 5°. M. Souleyet assure que *jamais* les injections qu'il a poussées dans le ventricule des Éolides n'ont pénétré dans la cavité générale du corps. Or, il est très-facile, avec un peu d'habitude de ce genre d'observations, de se convaincre que le sang, après avoir traversé les artères, lorsqu'elles existent, passe dans la cavité viscérale. On l'y retrouve avec les globules parfaitement reconnaissables, et l'on suit les mouvements irréguliers dépendant uniquement des contractions générales du corps, ou de celles des appendices branchiaux. On les voit pénétrer dans ces derniers, entre le cœcum gastro-vasculaire et les téguments...., etc. Ce ne sont point là des *suppositions*, des *théories*, comme le dit M. Souleyet; ce sont des faits d'observation très-faciles à vérifier. Au reste, il me sera possible de prouver, par la simple analogie tirée des Mollusques ordinaires, tout ce qu'a de hasardé l'assertion de M. Souleyet. Mais je dois attendre pour cela qu'un travail que je sais devoir être présenté sous peu à l'Académie, ait été publié.

» Ces faits, ces résultats peuvent se résumer dans les termes mêmes employés par M. Souleyet : *Disparition partielle ou complète des organes de la circulation ; dégradation correspondante dans les organes de la respiration. Sont-ils donc si contraires à tous les principes, à toutes les analogies?* Bien loin de là : ils confirment ceux des premiers que j'ai énoncés plus haut (*existence de plusieurs séries animales, dégradation de ces séries, par la simplification ou la disparition des appareils de circulation et de respiration*);

---

(1) Je ne comprends plus dans ce nombre la Vénilie décrite par moi sous le nom de *Zéphyrine*. Le peu de détails que j'avais vus chez ce mollusque avaient été observés à l'aide de la *dissection*, et sa taille très-petite, jointe au petit nombre des individus que j'ai pu recueillir, m'empêchèrent de porter bien loin mes investigations.

ils montrent dans la classe des Gastéropodes, des faits entièrement semblables à ce qu'on voit ailleurs. Dans la classe des Crustacés, les Entomostracés; dans la classe des Arachnides, les Acariens reproduisent, on le sait, tous ces mêmes phénomènes. Il en est de même de certaines séries appartenant aux Mollusques. Depuis longtemps M. Milne Edwards a démontré l'existence d'une circulation toute interstitielle dans l'abdomen de quelques Ascidiens. Les Escharres, les Flustres, qui ne sont que des Mollusques dégradés, n'ont aucune trace d'appareil vasculaire. Il en est de même de plusieurs Annelés inférieurs. En présence de cette multitude de faits, l'absence de veines, de cœur et d'artères chez quelques Gastéropodes n'a plus rien d'étrange que d'être signalée pour la première fois. Ces mêmes faits répondent aussi largement à l'objection que M. Souleyet tire de la nécessité des organes circulatoires pour transporter le fluide nourricier dans les diverses parties du corps. Un simple coup d'œil jeté sur quelques-uns des animaux que je viens de nommer, suffit pour prouver que, pour la nature, ce n'est pas une difficulté.

» Je dois ici faire une réserve importante. Il pourrait bien se faire qu'il existât, chez quelques-uns des Mollusques qui font l'objet de la discussion actuelle, un appareil vasculaire branchiocardiaque. Bien que je n'aie jamais rien vu de semblable, je comprends très-bien qu'il pourrait en être ainsi. En ce cas, cette disposition, si elle existait, confirmerait encore une des analogies sur lesquelles j'ai le plus insisté; car alors la circulation des Phlébentérés deviendrait *entièrement semblable* à celle des Crustacés, chez lesquels les vaisseaux branchiocardiaques existent en même temps qu'une respiration veineuse *uniquement lacunaire*. Ce serait d'ailleurs une preuve de plus que *la forme extérieure demeurant sensiblement la même, l'organisation intérieure peut présenter de très-grandes variations*, un des principes énoncés plus haut.

» IV. Il est tout simple que, partant de principes aussi radicalement opposés que nous paraissons le faire, M. Souleyet et moi, nous ne nous rencontrions guère dans la manière d'envisager le petit nombre de faits sur lesquels nous sommes d'accord. Aussi serai-je très-bref sur ce point.

» 1°. Je ferai observer d'abord que M. Souleyet me semble n'a voirpas très-bien saisi le sens de ce que j'ai dit relativement à la respiration chez les Phlébentérés. Ma manière de voir a pourtant été assez longuement exprimée, et dans mes Mémoires, et dans le journal *l'Institut*, à la suite de discussions qui eurent lieu à la Société Philomatique sur ce sujet. De mon côté, j'avoue n'avoir pas compris ce que ce naturaliste entend par les mots de *respiration*

diffuse appliqués à des animaux ayant des *organes servant bien réellement aux fonctions respiratoires* (1).

» 2°. J'ai le premier, dans mon Mémoire sur l'Éolidine, regardé comme représentant le foie, la substance granuleuse opaque, tantôt plus ou moins diaphane, qui entoure les cœcums gastro-vasculaires. M. Souleyet adopte cette détermination ; mais il va plus loin. Pour lui, ces cœcums eux-mêmes ne sont autre chose que les canaux biliaires. Les faits que j'ai rappelés tout à l'heure, relativement à la prétendue bile qui remplirait ces canaux, suffisent pour démontrer que l'interprétation de ce naturaliste n'est pas exacte. Je reviendrai d'ailleurs sur ce sujet, dans mon Mémoire sur le phlébentérisme. Aujourd'hui je me bornerai à faire observer que la détermination que j'ai adoptée, après M. Milne Edwards, rend tout naturellement compte du morcellement du foie, qui n'est à mes yeux qu'une conséquence de la division de l'intestin. Tous les physiologistes savent, en effet, quelles relations intimes unissent ces deux organes, et il est tout simple de voir le foie suivre en quelque sorte les vicissitudes de l'intestin, dans lequel il doit verser le produit de sa sécrétion. Au contraire, M. Souleyet, pour expliquer le prolongement des prétendus cœcums hépatiques hors de la cavité viscérale, en est réduit à dire que *chez les Éolides, ces cœcums poussent pour ainsi dire la peau devant eux, particularité,* ajoute ce naturaliste, *qui se rattache peut-être à quelque circonstance biologique chez ces mollusques* (2). Ces expressions me paraissent d'autant plus obscures, que, d'après ce que nous a dit quelques lignes plus haut M. Souleyet, *cette peau, repoussée par les canaux biliaires,* forme *un organe bien réellement respiratoire,* et qu'il existe, *en même temps, une respiration diffuse*.

» V. M. Souleyet termine sa Note par un passage spécialement consacré à l'Actéon. Ici j'ai de la peine à m'expliquer plusieurs de ses critiques, entre autres celle qui est relative aux organes génitaux. En effet, voici le passage que renferme la Note de M. Souleyet : « M. de Quatrefages n'a donné *au-*
» *cun détail* sur l'appareil reproducteur de l'Actéon ; mais il semble dire que
» la disposition de cet appareil est la même que celle qu'il indique dans son
» genre Actéonie : dans ce cas, je pourrais encore affirmer que les organes

---

(1) Voir la note de M. Souleyet, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XIX, p. 355. Ou bien la respiration est réellement *diffuse*, c'est-à-dire se fait par la peau dans tout le corps, et alors il n'existe plus *d'organe respiratoire spécial ;* ou bien ces organes existent, et alors la respiration est localisée, elle n'est plus *diffuse*.

(2) *Loc. cit.*

» de la génération, dans l'Actéon, n'ont aucune analogie avec la description » qui est donnée par ce naturaliste. » Or, voici comment je m'exprime sur ce sujet dans la dernière communication que j'ai faite à l'Académie : « Chez » les Actéons, les organes mâles seuls conservent cette position dans le corps » proprement dit (1) (il s'agit de la cavité abdominale). Les ovaires pénètrent » entre les deux lames des rames respiratrices latérales. Leurs ramifications » se mêlent à celles de l'appareil gastro-vasculaire, disposition entièrement » semblable à celle qu'on observe chez certaines planaires. » Voilà, ce me semble, des détails assez précis, et l'on voit que rien ne rappelle ici les organes générateurs de l'Actéonie, qui consistent en un sac testiculaire et un ovaire en forme de boyau unique replié sur lui-même dans la cavité abdominale.

» Le peu de faits nettement exprimés par M. Souleyet relativement à ce qu'il affirme avoir vu de l'anatomie des Actéons, ne me semble pas plus exact que ses citations. Ce naturaliste parle d'un appareil respiratoire spécial ayant un orifice distinct en arrière de l'anus, c'est-à-dire d'un appareil aquifère. Or, cet appareil n'existe bien certainement pas chez les Actéons. Indépendamment de ce que j'ai vu chez ces mollusques, dont je possède une anatomie très-détaillée, il me sera facile de démontrer que l'analogie seule peut faire rejeter comme inexacte cette observation d'un appareil destiné à porter de l'eau dans l'intérieur du corps. Mais je dois attendre, pour cela, que le travail auquel j'ai déjà fait allusion ait été publié.

» M. Souleyet affirme avoir trouvé dans l'Actéon un cœur, des artères, des veines. Je crois pouvoir assurer que rien de tout cela n'existe. On trouve bien en arrière du corps proprement dit une poche sphérique contractile, à parois musculaires très-épaisses. Une autre poche, à peu près semblable, se trouve plus en avant et un peu à gauche dans la cavité abdominale. Serait-ce l'une des deux que M. Souleyet aurait prise pour le cœur? Mais la première est une vésicule copulatrice; l'autre, une vésicule séminale; je les ai trouvées pleines de spermazoïdes, comme aussi je les ai vues maintes fois se contracter aussi bien que tout le canal de l'oviducte. Ces détails sont très-faciles à reconnaître sur les espèces d'Actéons que j'ai observées dans la Méditerranée,

---

(1) J'ai le premier signalé la distinction à établir, chez les Actéons, entre le corps proprement dit et les lames respiratrices, regardées jusque-là comme un simple manteau. M. Souleyet ne s'explique pas sur cette distinction. C'est cependant le seul moyen de savoir quelle est la position qu'il assigne aux orifices extérieurs de l'intestin et des organes génitaux. Je ne puis donc discuter ces points avec lui.

car leur transparence est bien plus considérable que celle des espèces que j'avais trouvées sur les côtes de l'Océan.

» En terminant cette Note, je prierai l'Académie de vouloir bien excuser ce qu'elle peut avoir de trop personnel. Répondant à une critique très-vive et où il n'était question que de mes travaux, il m'était difficile de parler d'autre chose que de M. Souleyet et de moi. Ce sera d'ailleurs, j'espère, la dernière fois. M. Souleyet nous a promis, il y a plus de deux mois, un Mémoire détaillé et les preuves à l'appui. Il comprendra, je pense, que cette présentation ne peut être retardée plus longtemps. Alors, *moi aussi*, je présenterai mes preuves, et l'Académie jugera. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la coloration des os dans les animaux mis au régime de la garance; par* M. **Brullé.**

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Flourens.)

« Conduit, par l'enseignement dont je suis chargé, à traiter du développement du tissu osseux, j'ai trouvé les physiologistes divisés en deux camps. Les uns, avec Duhamel, regardent les os comme formés de couches qui se renouvellent rapidement; les autres nient ce renouvellement. Tous s'appuient sur les expériences faites avec la garance; mais, tandis que les premiers admettent le recouvrement successif et rapide des os par des couches nouvelles, qui sont rouges ou blanches suivant le genre de nourriture que prend l'animal, les derniers expliquent les phénomènes par l'arrivée ou le départ de la matière colorante au moyen des vaisseaux sanguins et des lymphatiques, sans l'intervention du renouvellement de l'os. Dans cette alternative, ne voulant pas avoir désormais à professer, à la suite l'une de l'autre, deux opinions aussi directement opposées, j'ai cru devoir consulter la nature elle-même. J'ai trouvé dans M. Hugueny, professeur de physique au collége royal de Dijon, un collaborateur zélé et instruit. Voici les résultats auxquels nous sommes parvenus.

» Duhamel ayant remis au régime ordinaire des animaux dont les os étaient devenus rouges par le régime de la garance, ces os lui parurent se décolorer et redevenir blancs. Une observation plus approfondie le détrompa. Dans les os étudiés par Duhamel, la couche rouge n'avait pas disparu; seulement les couches rouges de l'os se trouvaient recouvertes par des couches blanches. Ainsi, les os de jeunes cochons lui offrirent alternativement des couches

rouges et des couches blanches; fait capital et première base de sa théorie sur le développement des os. (Flourens, *Recherches sur les os et les dents*, page 6.)

» Or, lorsqu'on regarde avec attention les couches alternativement rouges et blanches dans les os des animaux nourris de garance à différentes reprises, on reconnaît que les couches blanches ne le sont pas réellement. Voilà donc le fait capital de la théorie de Duhamel soumis nécessairement à une interprétation nouvelle. Il n'est donc pas certain que Duhamel se soit trompé d'abord en admettant une décoloration dans les os. D'autres auteurs après lui ont partagé cette même opinion; tels sont Dethleef, Gibson, M. Owen, M. Thomas Bell, etc.

» Nous aussi, nous avons remis au régime ordinaire des animaux dont les os avaient été rougis par la garance, et nous avons vu ces os se décolorer et redevenir blancs; mais nous les avons vus se décolorer dans certaines parties, et rester rouges dans d'autres. Nous les avons vus se décolorer d'autant plus, que le régime de la nourriture ordinaire avait été prolongé plus longtemps, et que le régime de la garance avait été plus court. Nous ne pouvons donc pas admettre que, dans les os colorés par la garance, la couleur rouge ne disparaisse qu'avec la substance osseuse elle-même, ni que les couches rouges de l'os soient uniquement recouvertes par des couches blanches nouvelles.

» Duhamel examine les os d'un porc âgé de six semaines, qu'il avait nourri d'aliments mêlés de garance, et cela pendant un mois. Au bout de ce temps, l'animal fut nourri pendant six semaines à la manière ordinaire.

« Je sciai transversalement, dit-il, les os de ses cuisses et de ses jambes, et » j'eus le plaisir de m'assurer *que j'avais bien prévu ce qui devait arriver*. La » moelle était environnée par une couche *d'os blanc* assez épaisse; c'était la » portion d'os qui s'était formée pendant les six semaines que ce cochon avait » vécu d'abord sans garance. »

» Or, Duhamel n'avait pas prévu ce qui devait arriver. Nous avons répété son expérience sur un cochon de six semaines environ, qui fut nourri d'aliments garancés pendant vingt jours et remis à la nourriture ordinaire pendant vingt-huit jours. Au bout de ce temps, la section transversale des os longs montrait autour de la moelle une couche *rose* assez épaisse. Cette couche rose n'était donc pas nécessairement la seule portion d'os qui fût formée au moment où nous avons soumis l'animal à un régime d'aliments garancés.

» Duhamel continue : « Ce cercle d'os blanc était environné par une zone

» aussi épaisse d'os rouge; c'était la portion d'os qui s'était formée pendant » l'usage de la garance. »

» Ici encore nous sommes d'un autre avis que Duhamel. Dans notre animal, on voit très-bien, au milieu de l'épaisseur des os longs et autour de la couche rose, une zone circulaire d'un beau rouge. C'est l'intensité de la couleur de cette zone rouge qui fait paraître blanche la couche précédente. Mais si l'on examine avec un peu de soin la zone rouge, on voit qu'elle n'est pas régulière. Assez nettement limitée au dehors, elle présente en dedans une dégradation plus prononcée dans certaines portions. Cette dégradation établit un passage insensible à la couche rose, et sur cette couche rose se remarque le même phénomène que sur la couche rouge, c'est-à-dire que l'on y découvre des stries ou raies concentriques, lesquelles sont seules colorées. Donc, rien ne prouve que le cercle rouge soit la portion d'os qui s'était formée pendant l'usage de la garance.

« Enfin, continue Duhamel, cette couche rouge était recouverte par une » couche assez épaisse d'os blanc; c'était la couche d'os qui s'était formée » depuis qu'on avait retranché la garance à cet animal. »

» Remarquons ici que la couche extérieure et blanche dont parle Duhamel paraît plus nettement séparée de la couche rouge et médiane que la prétendue couche blanche intérieure. Cependant elle est encore sensiblement rose dans certaines parties. Il n'y a donc pas de raison pour qu'elle soit entièrement de formation nouvelle, c'est-à-dire postérieure à l'alimentation par la garance. On y reconnaît, en effet, des portions de stries également rouges et concentriques à la couche rouge proprement dite. Il pourrait donc y avoir là tout à la fois des portions osseuses de formation nouvelle, car l'os s'accroît en épaisseur par des couches très-minces, et d'autres portions de formation plus ancienne, c'est-à-dire produites pendant que l'animal vivait de garance ou même auparavant.

» Mais il est essentiel de noter ici que ces alternances dans la coloration des os longs n'ont lieu que dans une portion de leur longueur; vers les extrémités de la diaphyse, la coloration est rouge et uniforme. Il en est de même dans les épiphyses, et ce phénomène a lieu précisément dans les portions les plus tendres, dans les parties spongieuses de l'os. Aussi le retrouve-t-on dans toute l'épaisseur des os courts, où l'alternance est tout à fait insensible, tandis que, dans les os plats, tels que la mâchoire inférieure et l'omoplate, dans tous les os où le tissu est compacte, on retrouve l'alternance telle que nous l'avons décrite, et non pas telle que l'avait vue Duhamel.

» On ne peut donc pas admettre avec lui que les os des animaux garancés

se couvrent de couches blanches. Cette proposition nous semble fausse, lorsqu'elle est énoncée d'une manière aussi générale. Mais on peut dire que le tissu compacte des os se recouvre peu à peu de couches blanches fort minces, *tout en se décolorant,* tandis que le tissu spongieux reste rouge plus longtemps. Que le tissu des os se décolore, c'est une conséquence rigoureuse des apparences que nous avons signalées; et que le tissu spongieux et en général le tissu moins dense de l'extrémité des os longs ne reste rouge, comme le prétend Duhamel, que parce que les couches qui le recouvrent pendant la vie ne sont pas encore ossifiées, c'est ce que l'examen des faits ne nous paraît pas justifier.

» Quoi qu'il en soit, c'est sans doute pour avoir donné moins de durée à nos expériences avec la garance, que nous avons pu observer la décoloration d'une manière certaine. Dans les pigeons surtout, nous avons obtenu des résultats fort remarquables, en leur donnant des doses de garance assez légères et en prolongeant fort peu le mode d'alimentation colorante. Dans tous les cas, on remarque deux faits bien distincts dans l'alternance des os colorés : le premier, c'est la décoloration des couches, de chaque côté d'une zone tout à fait rouge ; le second consiste dans l'addition de parties nouvelles à l'extérieur, et nécessairement aussi dans la résorption d'autres parties à l'intérieur. De ces deux faits, le premier, soupçonné en partie par Duhamel, fut abandonné par lui et par ses successeurs; le second n'est pas à contester.

» La théorie de Duhamel ne nous semble fondée que sur une simple hypothèse. Duhamel nourrit un animal de garance; il trouve que ses os sont devenus rouges. Plus tard, Duhamel nourrit cet animal d'aliments dépourvus de garance; il remarque que ses os sont blancs; nous répétons qu'ils ne le sont qu'en partie, et que, sous ce rapport, son assertion nous paraît fautive. Mais passons. Duhamel remarque que les os sont blancs. Il pense d'abord que les os se sont décolorés; jusque-là il peut être dans le vrai, sauf la formation des couches tout à fait récentes et qu'il ne soupçonne pas encore. Duhamel s'avise alors de scier en travers l'os de cet animal; il voit des alternances de couleur bien tranchées; c'est le fait apparent, mais non le fait réel. Ici vient l'hypothèse; elle vient d'un examen trop superficiel.

» Puisque l'os me présente trois couches différentes, se dit-il, une couche rouge entre deux couches blanches, et puisque l'animal a subi trois modes alternatifs d'alimentation, il y a donc un rapport entre la nourriture et l'état de l'os. Donc la couche blanche interne répond à la première alimentation; la couche rouge à l'alimentation garancée; enfin la couche blanche externe à la nouvelle alimentation sans garance.

» Je borne ici ces premiers résultats de nos expériences, que nous publierons bientôt avec les figures à l'appui, et je passe sous silence les observations que nous avons faites au sujet du cal et de l'accroissement des os en longueur; j'omets aussi pour le moment les faits nombreux concernant la décoloration des os des oiseaux, pour arriver aux conclusions de cette Note.

» Ces conclusions sont que les os s'accroissent en grosseur, comme l'a dit Duhamel, au moyen de couches qui s'emboîtent, mais ces couches sont extrêmement minces et ne s'appliquent pas en même temps, ni d'une manière continue, sur toute la longueur de l'os; elles suivent, dans leur formation, un ordre que l'on n'a pas encore reconnu. Ce que nos recherches démontrent surtout avec évidence, c'est que les os se colorent par l'action de la garance indépendamment de leur formation; c'est que les différents cercles colorés que l'on y remarque ne sont pas réellement les parties formées pendant les modes d'alimentation correspondants; c'est, enfin, que les os, une fois colorés, se décolorent, et ce fait de décoloration, soupçonné d'abord, puis abandonné par Duhamel, renverse complétement la théorie du renouvellement rapide des os, qui avait prévalu depuis les travaux de ce célèbre académicien. »

MÉCANIQUE. — *Recherches expérimentales sur les glissements spontanés des terrains argileux, accompagnées de considérations théoriques et pratiques sur quelques principes de la mécanique terrestre; par* M. A. **Collin**.

(Commission du prix de Mécanique de la fondation Montyon.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse le *Catalogue général des brevets d'invention en vigueur au* 31 *décembre* 1842.

M. **Arago** donne, d'après un Mémoire manuscrit de M. le colonel **Everest**, présent à la séance, de nouveaux détails sur les opérations géodésiques qui ont été exécutées par cet officier et par feu M. le colonel **Lambton**, pour la construction de la grande carte de l'Inde.

ASTRONOMIE. — *Note sur la direction de l'aiguille aimantée en Chine, et sur les aurores boréales observées dans ce même pays; par* M. **Ed. Biot**.

« M'étant occupé à extraire des annales chinoises les indications d'aurores

boréales qui pouvaient s'y trouver mentionnées depuis les anciens temps jusqu'à nos jours, j'ai senti que, pour tirer un parti utile de ces observations, je devais d'abord chercher à déterminer, autant que cela serait possible, quelle avait dû être la direction de l'aiguille aimantée aux mêmes époques, dans les lieux où ces phénomènes ont été observés. Je ne pouvais m'attendre à trouver dans ces textes des documents relatifs à l'inclinaison qui, même en Europe, n'a été mesurée avec exactitude que depuis 1750; mais la constance ou la variabilité de sa déclinaison était un fait dont la discussion devait être plus accessible. J'ai donc commencé par examiner ce point.

» On a, dans les écrits des missionnaires Gaubil, Amyot et autres, des observations précises de la déclinaison faites en divers points de la Chine, lesquelles remontent au commencement du XVIIIe siècle, et même à la fin du XVIIe. En les comparant aux observations analogues qui ont été faites plus récemment, soit à terre, soit à la mer, par des marins ou des voyageurs dans ces mêmes parages, on voit que, depuis la fin du XVIIe siècle jusqu'à nos jours, la déclinaison est restée nulle ou très-petite en Chine, ou même plus généralement entre les parallèles de 59 degrés nord et de 7 degrés sud, et entre les méridiens de 102 à 130 degrés est de Paris. Telle est la conclusion que M. Duperrey a déduite d'un travail spécial qu'il a bien voulu me remettre à ce sujet.

» Pour remonter à des temps antérieurs, j'ai consulté d'abord les mêmes ouvrages chinois que M. Klaproth avait explorés avant moi en rédigeant sa Lettre sur l'invention de la boussole, adressée à M. de Humboldt et imprimée en 1834. J'ai vérifié toutes les citations rapportées par M. Klaproth, et j'ai même pu, avec l'obligeant secours de M. Julien, retrouver, dans les ouvrages originaux, quelques passages importants dont M. Klaproth n'avait trouvé que des parties incomplètes dans des dictionnaires ou recueils encyclopédiques rédigés à diverses époques par des savants chinois. J'ai pu ainsi traduire ces passages en entier, et, en définitive, voici les principaux faits historiques que je mettrai en évidence comme résultats de mes recherches.

» Une tradition ancienne, mentionnée pour la première fois dans le *Kou-kin-tchu* de Thsouï-pao, auteur du IVe siècle de notre ère, attribue à l'ancien souverain Hoang-ti, placé par la computation au XXVIIe siècle avant Jésus-Christ, l'invention et l'usage d'un char muni d'un instrument qui indiquait le sud. D'autres auteurs plus modernes que Thsouï-pao, entre autres les savants chinois qui rédigèrent, au XIIe siècle, la grande compilation historique intitulée *Thoung-kien-khang-mou*, attribuent cette même invention à Tcheou-kong, ce grand prince astronome du XIe siècle avant notre ère.

Ils parlent d'un char indiquant le sud, qui aurait été donné par Tcheou-kong aux envoyés d'un prince étranger; mais ce récit n'est encore fondé que sur une simple tradition, bien que ces auteurs l'aient appuyé du nom du célèbre Sse-ma-thsien, qui écrivait environ cent ans avant notre ère. La citation historique la plus ancienne, relative à ce char indiquant le sud, paraît être celle qui se trouve dans l'ouvrage d'Han-feï-tseu, philosophe de la secte du Tao qui vivait au milieu du IV[e] siècle avant notre ère. Cet auteur, cité par le recueil encyclopédique Iu-haï (1), dit: « Les anciens souverains établirent *des* » *indicateurs du sud* (*Sse-nan*), pour distinguer le côté du matin (l'orient), » et le côté du soir (l'occident). » Le commentateur d'Han-feï-tseu ajoute : « *Sse-nan,* c'est le char pour indiquer le sud, *Tchi-nan-tche.* » J'observerai qu'actuellement encore ce nom de *Sse-nan* ou *Tchi-nan* est employé pour désigner la boussole sans y ajouter le caractère *Tchin,* aiguille. Quatre siècles après Han-feï-tseu, vers l'an 121 de notre ère, sous l'empereur Nganti de la dynastie Han, parut un dictionnaire très-estimé, nommé Chouewen, où se trouve le caractère *Tseu,* aimant, ainsi défini : « *nom d'une* » *pierre avec laquelle on dirige l'aiguille.* » Le rapprochement de ces deux passages, écrits à des époques peu distantes, dénote la connaissance de la boussole ou aiguille aimantée en Chine, au moins dès les premiers siècles avant notre ère, et l'usage d'observer son pôle sud au lieu de son pôle nord s'est conservé parmi les marins chinois jusqu'à nos jours. Au milieu du III[e] siècle de notre ère (3[e] année *Thsing-loung,* l'an 235), les annales de Weï mentionnent des chars indicateurs du sud, confectionnés d'après le modèle de la dynastie précédente, celle des Han. Ces chars sont cités dans l'histoire officielle de la dynastie Tsin, qui régna de l'an 265 à l'an 419 de notre ère, dans celle du prince tartare Chi-hou qui occupa le nord de la Chine de l'an 335 à l'an 349; enfin, dans l'histoire officielle de la première dynastie Soung, qui régna dans le sud, de l'an 420 à l'an 477. Cette dernière histoire ajoute, après la mention des chars: « Sous la dynastie Tsin (265 à 419 de notre ère), » il y avait aussi des navires indiquant le midi. »

» D'un autre côté, il est constant que les Chinois ont su, depuis une haute antiquité, tracer des lignes méridiennes et orienter leurs édifices par l'observation suivie du soleil levant et couchant, et par l'observation de la Polaire de l'époque. Ces deux méthodes sont consignées dans l'article du *Tsiang-jin*

(1) *Iu-hai,* à la section des chars; art. *Sse-nan-tche* des Tcheou. Cet ouvrage existe à la Bibliothèque royale.

de la sixième section du *Tcheou-li*, section antérieure de plusieurs siècles à notre ère, et aussi dans le *Tcheou-peï*, ouvrage dont la dernière rédaction ne peut être postérieure au IIe siècle de notre ère. Donc, puisque les Chinois savaient alors tracer des méridiennes par l'observation de la Polaire et des positions du soleil à son lever et à son coucher, et qu'en même temps ils employaient des instruments indiquant le sud, lesquels ne peuvent être que des aiguilles ou barreaux aimantés, il s'ensuit que la déclinaison devait être ou nulle ou très-faible vers les époques mentionnées, c'est-à-dire dans les premiers siècles de l'ère chrétienne, comme elle l'est actuellement. Autrement, la différence des alignements donnés par l'un ou l'autre moyen n'eût pas échappé aux Chinois qui conservaient ces *chars indiquant le sud* dans le palais impérial, toujours régulièrement orienté en toutes ses parties.

» Les chars indiquant le sud sont décrits de nouveau dans les annales chinoises, aux années de la période 806-820 de Jésus-Christ, sous Hien-thsoung de la dynastie Thang; aux années 1027 et 1053, sous l'empereur Jin-thsoung de la grande dynastie Soung; mais on trouve dans un ouvrage intitulé *Mung-khi-pi-than*, composé vers la fin du XIe siècle (1), un passage extrêmement curieux sur l'aiguille aimantée. Je rapporterai en entier ce passage dont M. Klaproth n'a donné que la première ligne, d'après la citation d'un dictionnaire encyclopédique, et il servira à confirmer le passage analogue, traduit par M. Klaproth du *Pen-thsao-yen-i* de *Keou-thsoung-chi*, ouvrage d'une époque presque identique (1111 à 1117 de l'ère chrétienne). Je rappellerai que Gaubil, page 100 de son *Astronomie chinoise*, avait déjà indiqué ce second passage et les notions qu'il renferme sur l'aiguille aimantée. Mais il n'en avait pas donné la traduction.

» Voici le passage entier du *Mung-khi-pi-than*, liv. 24, *Thsa-chi* :
« Ceux qui font des prestiges frottent une aiguille avec la pierre d'aimant;
» alors elle peut marquer le sud : cependant, constamment elle décline un
» peu à l'est; elle n'indique pas exactement le sud. Lorsque cette aiguille
» flotte sur l'eau, elle est très-agitée : si les ongles des doigts touchent le
» dessus des bords du bassin où elle flotte, ils peuvent faire qu'elle s'agite
» très-fortement; seulement elle continue à glisser et tombe aisément.
» Il vaut mieux la suspendre pour manifester sa vertu le mieux possible.
» Voici la méthode : on prend un fil isolé au milieu d'un écheveau neuf de
» coton; avec un peu de cire, gros comme un grain de moutarde, on l'at-

(1) Cet ouvrage existe à la Bibliothèque royale, dans la collection intitulée *Tsin-taï-pi-chou*. Je dois sa connaissance à la bienveillance de M. Stanislas Julien.

» tache au milieu exact de l'aiguille, et on la suspend dans un endroit où » il n'y a pas de vent; alors l'aiguille constamment montre le midi. Parmi » ces aiguilles, il y en a qui, étant frottées, marquent le nord. Nos faiseurs » de prestiges en ont qui marquent le sud et d'autres qui marquent le nord. » Cette propriété qu'a l'aimant d'indiquer le sud, comme la propriété qu'a le » cyprès d'indiquer l'occident, personne n'en a pu donner l'origine. »

» Cette singulière tendance vers l'occident, attribuée au cyprès, est reproduite dans l'Herbier médical, *Pen-thsao-kang-mou,* article *Cyprès* de l'Encyclopédie japonaise, liv. 82, et de même comparée à la propriété qu'a l'aimant d'indiquer le nord, mais sans plus d'explication. Quoi qu'il en soit, et en me limitant au sujet de cette Note, il résulte de la description précédente, que l'observation de la direction de l'aiguille flottant sur l'eau devait être fort incertaine à cause de l'agitation de l'eau et de la formation du ménisque près des bords du bassin, s'il n'était pas très-large; en outre, l'aiguille glissait par la force magnétique dans le sens de l'inclinaison; et, comme le dit le texte chinois, on observait bien plus sûrement sa polarité, en la suspendant avec un fil de coton; alors l'aiguille marquait exactement le sud, et ainsi, vers cette époque, la déclinaison de l'aiguille aimantée était ou nulle ou très-peu sensible en Chine. C'est ce qui se conclut aussi du passage du *Pen-thsao-yen-i,* traduit par M. Klaproth, *Lettre sur l'invention de la boussole,* page 69.

» Au XIVe siècle, dans la période *Yen-yeou* (1314-1320), on se servit d'un char indiquant le sud pour orienter le monastère de *Yao-mou-ngan,* et déterminer son emplacement. Ce fait est rapporté par l'Encyclopédie, *San-thsao-thou-hoeï,* liv. 5, fol. 10 (1); et, sans trop s'arrêter aux dimensions assignées par le texte chinois à la figure indiquant le sud, que portait ce char, il est évident, encore ici, que l'on ne se fût pas servi sans restriction de la direction donnée par cette figure indiquant le sud, pour l'orientation des murs, si cette direction se fût sensiblement écartée de la méridienne. L'emploi régulier de la boussole en Chine pour orienter les murs des maisons est constaté par le *Miroir de la langue mantchoue,* cité par Klaproth, page 109 de sa *Lettre sur l'invention de la boussole,* et par une Lettre du P. Amyot, tome IV des *Mémoires des Missionnaires,* page 2, où il est dit que les Chinois placent les cadrans solaires avec la boussole, en admettant 2 degrés de déclinaison à l'ouest. C'est précisément, d'après Gaubil, la déviation

---

(1) *Voyez* la traduction par Klaproth; *Lettre sur l'invention de la boussole,* page 92.

à l'ouest du mur oriental et du mur occidental de Pe-king, bâtis sous le second empereur de la dynastie Ming, dans la période 1399-1403 (1).

» Gaubil dit, dans son *Histoire abrégée de l'Astronomie chinoise*, page 100, que Tching, prince de la famille impériale des Ming, qui fit, avant l'arrivée des jésuites, un ouvrage considérable d'astronomie, apprend à connaître la déclinaison de l'aimant par l'application de l'aiguille sur une ligne méridienne. Je n'ai pu retrouver cet ouvrage, que Gaubil possédait, suivant ce qu'il dit en note; mais M. Julien m'a communiqué un passage d'un ouvrage intitulé : *Description de la boussole astrologique* (*Lo-king-kiaï*), et publié en 1618, où il est dit que par *jin* (ouest $\frac{5}{6}$ nord) (2), et *tseu* (nord), par *ping* (est $\frac{5}{6}$ sud) et *ou* (sud), on fait passer la ligne moyenne du ciel et de la terre, la direction précise du nord et du sud. « Le ciel, ajoute le texte, » est représenté par les vingt-huit divisions stellaires. Constamment il tourne » à droite (en regardant le sud). En un jour, il fait une révolution, et chaque » révolution, dépassant de 1 degré, penche vers le point *jin* (ouest $\frac{5}{6}$ nord). » Le ciel penche donc au nord-ouest; mais dans le système de l'aiguille, » elle doit pencher ou dévier vers le point *ping* (est $\frac{5}{6}$ sud); » ce que le texte explique par l'action du feu du midi sur le métal. Au travers des idées astrologiques, que je n'entreprendrai pas d'expliquer, on voit encore ici que la déclinaison de l'aiguille est indiquée comme seulement de 1 degré, au commencement du XVIIe siècle, époque à laquelle remontent les premières observations européennes faites sur le littoral méridional de la Chine. Ces observations donnent 1° 30′ vers l'ouest, à Macao, d'après la Table que m'a communiquée M. Duperrey.

» En résumant toutes ces citations, on voit que l'on peut adopter, comme conclusion définitive, la constance approximative et la petitesse de la déclinaison de l'aiguille aimantée en Chine, depuis les anciens temps jusqu'à nos jours.

» Quant à l'inclinaison, on a les observations faites par les Russes sur le méridien de Pe-king ou sur les méridiens environnants, et ces observations sont presque toutes des années 1830 et 1831. A Macao seulement, les observations de Cook, en 1780, comparées aux observations récentes de 1837 et 1841, n'indiquent que 3 degrés de variation pendant soixante années,

---

(1) Gaubil, *Description de la ville de Pe-king*, page 8.

(2) La boussole chinoise est ici divisée en vingt-quatre parttes, suivant sa division la plus ordinaire. Chaque quadrant contient alors six parties. (*Voyez* la Lettre de M. Klaproth sur la boussole.)

tandis qu'en Europe, d'après les observations de M. Arago, l'inclinaison a subi des changements très-considérables. Or, en examinant l'ensemble des phénomènes magnétiques sur les diverses positions du globe terrestre, comme l'a fait M. Duperrey, ce savant a pu établir que le méridien moyen de la Chine est aussi un de ceux sur lesquels l'inclinaison a dû le moins varier depuis beaucoup de siècles, de sorte qu'en prenant cet élément dans les observations modernes pour les lieux situés sous les méridiens dont il s'agit, il y a une grande vraisemblance qu'on peut l'appliquer, sans beaucoup d'erreur, aux temps plus anciens.

» J'ai cherché à confirmer les deux résultats que je viens de poser, en examinant toutes les descriptions de phénomènes analogues aux aurores boréales que pouvaient contenir les ouvrages chinois. En effet, le méridien magnétique coïncidant presque avec le méridien terrestre en Chine, depuis les temps anciens, le centre des grands arcs des aurores boréales observées dans ce pays, et le centre de convergence de leurs jets lumineux ont dû être situés sur le méridien terrestre de chaque lieu d'observation. Dans l'espoir de vérifier ces deux faits, j'ai exploré toute la partie astronomique de la grande collection de Ma-touan-lin, intitulée : *Wen-hian-thoung-khao,* et continuée par un supplément jusqu'au XVIIe siècle de notre ère. J'ai recueilli ainsi la mention de plus de quarante apparitions dont l'identification avec les aurores boréales me semble non douteuse, et j'ai traduit le texte de ces observations, en le comparant avec le texte original des annales dans lesquelles Ma-touan-lin a puisé. Mais ce texte est généralement peu précis, et les descriptions sont assez vagues, bien qu'exemptes du merveilleux qui défigure les descriptions du même phénomène dans les chroniques de notre moyen âge européen. Je ne présume donc pas qu'il puisse être utile de publier toutes ces observations chinoises, et je me bornerai à présenter les conclusions qui peuvent se déduire de leur examen.

» Premièrement, dans la grande majorité des observations, le phénomène est décrit comme une vapeur rouge, semblable à un grand feu, à l'éclat du soleil, ou à la lueur qui colore l'horizon, lorsque la Lune va paraître. Cette vapeur se montre du côté du nord, et s'étend à peu près également vers le nord-ouest et le nord-est.

» Plusieurs fois, les textes disent que cette vapeur rouge couvre le *Peteou,* qui correspond aux sept principales étoiles de la grande Ourse, ou encore l'enceinte du Palais bleu, qui correspond à peu près à l'espace entouré, sur nos planiphères, par la queue du Dragon. L'heure de l'observation n'est mentionnée qu'une seule fois.

» De ces deux sortes d'indications, il me semble résulter que le milieu du phénomène est au nord direct.

» Presque toutes les apparitions mentionnées dans les annales chinoises ont été observées entre le 32e et le 35e degré de latitude nord. Dans ces latitudes peu élevées, elles n'ont généralement pas offert les diverses circonstances caractéristiques qui accompagnent les belles aurores dans les hautes latitudes. Quelquefois, les textes notent que des jets lumineux (littéralement, flèches serpentantes) ont apparu dans le ciel et coulé vers le sud ou vers l'ouest. Ils mentionnent aussi l'apparition de grands arcs blancs, mais sans dire si ces arcs étaient complets ou non, sans indiquer nettement les points de l'horizon où ils aboutissaient. Ils citent quelques aurores au sud, au sud-ouest, à l'ouest.

» Enfin, parmi les quarante apparitions que j'ai recueillies, j'en choisirai deux qui me semblent mériter d'être rapportées en entier, parce que le texte détermine le point de convergence des jets lumineux, et le place sur le méridien terrestre du lieu d'observation : ce qui s'accorde avec les résultats déduits de ma discussion sur l'aiguille aimantée. La première de ces apparitions est de l'an 616 de notre ère; la seconde est de l'an 905.

» 616, 20 *octobre*. — Sous Yang-ti, période *Ta-nie*, 12e année, 9e lune, jour *wou-ou*, des flèches serpentantes sortirent du groupe du *Pe-teou* (les sept principales étoiles de la grande Ourse); elles s'agitaient ensemble comme des serpents réunis, et coulaient vers le *Teou* du midi (groupe formé par ξ, λ', σ, τ, φ Sagittaire).

» 905, 12 *avril*. — Période *Thien-youen*, 2e année, 3e lune, jour *y-tcheou*, dans la nuit, on vit une grande étoile qui sortit du milieu du ciel; elle était grosse comme une mesure de 5 boisseaux. Elle coula vers le nord-ouest jusqu'à une distance de la terre égale à 100 pieds environ, et s'arrêta. Au-dessus était un épi d'étoiles; il brillait comme une flamme rouge-jaunâtre, longue de 50 degrés, et allait en serpentant. Toutes ces petites étoiles se mouvaient et tombaient au sud-est comme une pluie; en un instant, elles disparurent. Ensuite, on vit une vapeur bleue-blanchâtre, semblable à un faisceau de bambous dont le point de réunion supérieur était au milieu du ciel, et dont l'éclat fatiguait les yeux.

» Je rappellerai, en finissant cette Note, que la première mention positive d'aurore boréale, dans les textes chinois, remonte à l'an 208 avant notre ère. »

PHYSIQUE. — *Sur la loi de l'absorption de la lumière par les vapeurs de l'iode et du brome.* (Note de M. A. Erman adressée à M. *Arago.*)

« Toutes les fois qu'un faisceau de lumière blanche, en passant d'un milieu dans un autre, se divise en une portion réfléchie et une portion réfractée, la somme des pouvoirs éclairants de ces deux portions est moindre que l'intensité du faisceau primitif. L'acte même de la réflexion et l'acte du passage par un milieu quelconque amènent donc l'un et l'autre une perte de lumière dont la cause, dans les deux cas, est assez vaguement qualifiée d'absorption. Mais, faute d'en avoir étudié les détails, ce fait aussi simple, et qui paraît si intimement lié à la cause première de la vision, était demeuré sans explication, et on ignorait même s'il viendrait à l'appui de l'une ou de l'autre des deux théories de la lumière. En effet, si, réfléchie à la surface, ou, ayant passé par une couche d'une substance donnée, la lumière nous revient à la fois affaiblie et fortement colorée, est-ce à une affinité chimique, ou en d'autres termes, à une prédilection inexplicable de cette substance pour certaines espèces de particules lumineuses, qu'il faut attribuer ce phénomène, ou bien à des conditions purement dynamiques, qui, en calmant certaines ondulations du faisceau primitif, laisseraient subsister les autres? Poser cette question, c'est demander une théorie complète de ce que Newton a appelé les couleurs naturelles des corps. Mais il est très-probable que cette même théorie expliquerait encore plusieurs cas où l'absorption affaiblit l'intensité de la lumière comparée, sans influer sensiblement sur sa teinte. Il suffirait, nommément, d'admettre que, dans ces derniers cas, l'absorption, sans différer de cause des absorptions décidément colorantes, ait porté sur un plus grand nombre d'espèces de lumière; car, en effet, un assemblage discontinu de rayons doit s'identifier d'autant plus avec de la lumière continue ou blanche, que le nombre des lacunes entre ses parties constituantes augmente davantage.

» Il est étonnant que la théorie des phénomènes d'absorption ait encore fait si peu de progrès, puisque la marche des recherches qui devaient y conduire était nettement indiquée d'avance. Il me semble, en effet, que ces recherches doivent se borner, 1° à décomposer, à l'aide du prisme, la lumière sur laquelle l'absorption a agi; 2° à caractériser les rayons qui ont été éteints, par le seul moyen que l'optique nous fournit pour cet effet, je veux dire par la mesure des longueurs de leurs ondes, et 3° enfin, à voir si les longueurs d'ondes des rayons absorbés sont liées par quelque loi qui expliquerait leur disparition.

» Cette méthode me paraît propre à l'analyse de toutes les absorptions, soit que la réflexion ou que le passage par un milieu les ait causées. Son application à l'examen des couleurs naturelles dues à la réflexion aurait cependant un intérêt particulier, en ce qu'elle vérifierait de suite l'hypothèse que Newton a émise sur ce phénomène, il y a plus d'un siècle. L'interférence de la lumière réfléchie à la surface, avec celle qui, avant son retour et suivant la nature de la substance, y aurait plus ou moins pénétré; voilà, traduite dans le langage de la théorie des ondes, la cause que Newton assignait à l'origine de ces couleurs. Vérifier son hypothèse, c'est donc, comme on le sait, et comme le prouvera aussi l'analyse d'un cas analogue qui va nous occuper dans la suite, essayer si tout spectre formé par la décomposition d'une couleur naturelle contient une ou plusieurs bandes obscures, ou minima d'intensité, et si, dans le cas de plusieurs minima dans un même spectre, les longueurs d'onde qui leur répondent sont entre elles dans le rapport d'autant de nombres entiers et impairs.

» De pareilles analyses des couleurs naturelles n'ont cependant pas été faites. Je me propose de m'en occuper incessamment, et je me borne, pour le moment, à exposer un travail sur deux cas d'absorption colorante par réfraction.

» Voici d'abord l'énoncé de mes résultats:

» Les couleurs que prend la lumière blanche en passant par des vapeurs d'iode ou par des vapeurs de brome, sont dues à l'interférence.

» Cette interférence est, dans les deux cas, du genre que je propose de nommer *interférence simple*, c'est-à-dire qu'elle résulte de la séparation du faisceau primitif en deux faisceaux seulement.

» Après le passage par l'iode, le retard de l'un des deux faisceaux sur l'autre est de 329 demi-ondulations d'un rayon dont l'indice de réfraction dans le flint est de 1,63208. Réduit au mouvement de la lumière dans le vide, ce retard équivaut à un intervalle de 0,04366 ligne de la toise du Pérou, ou de $0^{mm},09849$.

» Après le passage par les vapeurs de brome, le second faisceau est en retard sur le premier de 341 demi-ondulations d'un rayon dont l'indice de réfraction pour le flint est de 1,63246. Réduit au mouvement de la lumière dans le vide, ce retard équivaut à un intervalle de 0,04509 ligne de la toise du Pérou, ou de $0^{mm},10172$.

» Les stries noires découvertes par Fraunhofer dans le spectre de la lumière solaire, et celle que M. Brewster a fait connaître dans le spectre d'une lumière quelconque qui a passé par l'acide nitreux, ont très-probablement la

même origine. Mais il faut admettre que tant dans le passage par l'atmosphère, qui serait la cause du premier de ces phénomènes, que dans le passage par l'acide nitreux, le faisceau primitif se sépare en plus de deux portions différemment retardées chacune.

» Cette dernière hypothèse paraît d'autant plus admissible que, sous de certaines circonstances de température et de pression, les vapeurs d'iode et de brome opèrent également une triplication du faisceau primitif, et l'interférence composée qui en est une suite.

» Je passe à la description de l'appareil et des expériences qui m'ont conduit à ces résultats.

» Un excellent prisme de flint de l'atelier de Fraunhofer, fut fixé devant l'objectif de la lunette horizontale d'un théodolite de Munich. Un système de vis servait à placer ce prisme tellement que, son arête réfringente étant verticale, il donnait la déviation minimum au rayon qu'il amenait dans l'axe optique du télescope. Le prisme une fois établi, la lunette lui communiquait ses mouvements, sans déranger sa position relativement à l'axe optique. La lumière sur laquelle l'absorption devait agir, s'introduisait par une fente verticale dont la largeur pouvait être indéfiniment réduite à l'aide d'une vis micrométrique. Les distances de cette fente d'entrée, au centre du théodolite et à l'arête du prisme, étaient connues à un dix-millième près. Je me suis servi, tantôt de lumière solaire irrégulièrement réfléchie sur un mur éloigné d'environ 20 mètres, tantôt des rayons émanés d'une lampe à double courant d'air, et concentrés dans le plan même de la fente d'entrée, par un réfracteur cylindrique à axe vertical. Pour peu que le temps fût favorable, le premier mode d'éclairage m'offrait, dans le champ de la lunette, plusieurs centaines des stries dites de Fraunhofer. Les milieux dont le pouvoir absorbant devait être examiné se plaçaient, tantôt entre l'observateur et la fente d'entrée, tantôt au delà de cette fente, et au delà même du réfracteur, qui alors concentrait le faisceau déjà influencé par lesdits milieux. Quant aux caractères essentiels des spectres qu'ils aident à produire, et nommément à leurs stries perpendiculaires, ces deux emplacements sont absolument identiques. Le dernier est cependant préférable, en ce qu'il amoindrit les stries horizontales dues à des endroits opaques ou à d'autres défectuosités accidentelles des vases qui renferment les absorbants.

» Après avoir mesuré l'angle réfringent de mon prisme (il est de 45° 23′ 34″), j'ai employé l'appareil que je viens de décrire à l'étude des absorptions opérées par : 1° l'atmosphère de la terre (en produisant dans le spectre les stries ou raies dites de Fraunhofer); 2° l'acide nitreux; 3° les vapeurs de brome;

4° les vapeurs d'iode; 5° enfin des lames minces à surfaces parallèles, soit de mica, soit aussi de verre soufflé. La plupart du temps, ces différents absorbants furent interposés chacun pour soi ; mais j'ai aussi fait usage de deux à la fois, placés l'un derrière l'autre, sur le passage du faisceau lumineux. Je me suis pleinement convaincu par là que les rayons éteints dans un milieu ne sont jamais rétablis par un autre, et que l'action absorbante de chacun des milieux que j'ai examinés est entièrement indépendante des absorptions que la lumière a éprouvées avant d'y entrer. Dans toutes les parties de mes recherches, l'observation directe se réduisait à mesurer la déviation minimum imprimée par le même prisme à chacun des rayons éteints ou réduits à un minimum d'intensité. C'était, en d'autres termes, déterminer la position angulaire du milieu de chaque raie noire qui se présentait dans un spectre donné. L'indice de réfraction m, pour chaque rayon éteint, se déduisait alors de la formule connue

$$m = \frac{\sin \frac{D + w + J}{2}}{\sin \frac{J}{2}},$$

où $D + w$ désigne la déviation minimum observée, et $J = 45°23'34''$ l'angle réfringent du prisme; ou bien, en substituant $D = 32° 40'$, et en désignant par $M = 1{,}63207$ l'indice de réfraction qui y répond, par la formule équivalente

$$(1) \qquad m = M + \frac{\cos \frac{D + J}{2}}{\sin \frac{J}{2}} . \sin 1' . w = 1{,}63207 + 0{,}00058565 . w.$$

» On trouvera ci-après les valeurs de w, que des mesures répétées jusqu'à treize fois sur une même raie, et en variant toutes les circonstances accidentelles qui pouvaient tant soit peu influer sur les résultats, m'ont offert dans le spectre de la lumière qui avait passé par des vapeurs d'iode et par celles de brome. Ces résultats prouvent suffisamment que la couleur de chacun de ces gaz, loin d'être un composé *continu*, se compose, au contraire, de teintes élémentaires choisies comme par fantaisie, et à tour de rôle, dans toutes les parties du spectre; mais, comme la marche des nombres w, et partant aussi la marche des m (des indices de réfraction pour les rayons éteints) qui en dérivent par l'équation (1), dépend essentiellement de l'angle et de la substance du prisme qui les a fournis, ces nombres ne sont que d'un faible

intérêt pour la théorie. Restait donc, comme nous l'avons prévu plus haut, à traduire ces déviations observées dans les longueurs d'onde qui leur répondent; ou, en langage algébrique, si L et λ désignent les longueurs des ondes lumineuses dans deux rayons auxquels conviennent respectivement, et pour le prisme en question, les déviations minima D et $D + w$, il restait à déterminer la forme et les constantes de l'expression

$$\lambda = F(L, w).$$

La condition $\lambda = L$, pour $w = 0$, permet d'y substituer d'avance

$$\lambda = L(1 - \alpha w + \beta w^2 + \ldots), \tag{2}$$

et il est probable que cette expression se bornera à d'autant moins de termes que l'on resserrera davantage les limites de son application.

» Voici comment l'observation des raies noires, dans le spectre d'une lumière qui a traversé une lame de mica, m'a fourni la relation entre λ et w.

» Si un faisceau lumineux traverse à angle droit une lame à surfaces parallèles et d'une substance quelconque, la portion de ce faisceau qui passe directement est suivie d'une autre dont l'intervalle de retard, réduit au vide, est égal au produit de la double épaisseur de la lame par son coefficient de réfraction. L'interférence de ces deux portions éteint comparativement, ou réduit à un minimum d'intensité, tous les rayons dont la demi-longueur d'onde, prise pour la substance de la lame, est comprise un nombre entier et impair de fois dans la double épaisseur de la lame. En langage algébrique, δ étant cette épaisseur et n un nombre entier quelconque, il y aura extinction comparative de tous les rayons pour lesquels

$$\lambda = \frac{2n + 1}{4\delta}. \tag{3}$$

Il suit de là que :

» 1°. L'analyse par un prisme d'une lumière qui a traversé une lame de mica ou une autre plaque à surfaces parallèles, doit offrir dans le spectre autant de parties obscures, ou comparativement noires, que l'équation (3) comporte de vérifications pour l'épaisseur de cette plaque ;

» 2°. Que ces bandes ou raies obscures seront d'autant plus nombreuses, plus serrées, et par là même paraîtront plus tranchées, que δ sera plus grand.

» Il va sans dire que chacune de ces prévisions est pleinement vérifiée par l'expérience. On voit de plus que si, dans le spectre produit par une lame que l'on a choisie au hasard, on marque de o la raie noire dont la déviation minimum $D + W$ diffère le moins de D; de 1 la raie noire qui la suit immédiatement vers la partie violette du spectre, et ainsi de suite jusqu'à la raie marquée ν et déviée de $D + w$, chaque mesure d'une valeur de w offrira une équation de la forme

$$(4)\quad (2n+1)(1 - \alpha W + \beta W^2 + \ldots) = (2n + 2\nu + 1)(1 - \alpha w + \beta w^2 + \ldots)$$

dans laquelle, w et ν étant connus par l'observation, il ne reste d'inconnus que n, W, α, β.

» Quant au nombre de termes qu'il faut garder dans l'expression de λ (équat. 2), et partant aussi dans chaque membre de cette équation (4), je remarque d'abord que l'hypothèse la plus simple, où

$$\lambda = L(1 - \alpha w),$$

α étant un nombre positif, est réfutée par chacune de mes nombreuses séries d'observations. En effet, en lui appliquant l'équation (4), on voit que la différence entre deux valeurs consécutives de w devrait diminuer à mesure que ν augmente: en d'autres termes, que, dans le spectre d'une lumière qui a traversé du mica, les distances angulaires de deux raies consécutives diminueraient du rouge au violet; or, vingt séries de mesures de ces intervalles, relatives à autant de lames d'épaisseurs différentes, m'ont constamment donné un résultat contraire. Les intervalles entre deux raies consécutives *augmentaient* du rouge au violet, et cet accroissement était d'autant plus sensible que la lame absorbante était plus mince. J'avoue même que, frappé de ce résultat inattendu, j'ai cru un instant à une valeur négative du nombre α. Cette hypothèse équivaudrait à admettre que, dans le mica, les ondes de la lumière violette seraient plus longues que celles de la lumière rouge. A l'appui de cette supposition éminemment paradoxale, il arrivait encore que, jointe à celle de ν négatif, elle offrait une approximation, superficielle il est vrai, mais assez frappante au premier aspect, entre les valeurs de w calculées d'après l'équation (4) et celles qu'avait fournies l'observation. J'ai cru devoir mentionner ce fait, quoique je me sois convaincu depuis que α, *positif* et joint à *une valeur sensible et positive aussi du coefficient* β, forme la seule hypothèse admissible. On s'y arrêtera d'autant plus volontiers qu'elle satisfait

pleinement, et mieux qu'aucune autre, à toutes les observations que l'on trouve ci-après. Ce serait seulement si l'on voulait étendre l'expression précitée à des w positifs plus grands que 40 minutes, que deux coefficients ne suffiraient plus : il faudrait alors leur ajouter un terme en w^3.

» Restreinte comme nous venons d'en convenir, l'équation (4) équivaut à celle-ci,

$$(4\ bis)\qquad \left\{ \begin{aligned} &w = \frac{\alpha}{2\beta} - \sqrt{\left(\frac{\alpha}{2\beta}\right)^2 - \frac{2\nu + (2n+1)p}{2\nu + 2n + 1}\,\frac{1}{\beta}}, \\ &\text{où}\ \ p = \alpha W - \beta W^2. \end{aligned} \right.$$

Que l'on répète maintenant la mesure des déviations w, non-seulement pour les raies marquées $-\nu'$, 0, $+\nu$ dans le spectre d'une lumière qui a traversé une lame choisie au hasard, mais aussi pour les systèmes analogues fournis par d'autres lames de différentes épaisseurs ; et soient respectivement μ', μ'', μ^ρ le nombre des valeurs correspondantes de ν et de w relatives à une de ces lames, il en résultera $\mu + \mu' + \ldots + \mu^\rho$ équations de la forme (4) ou (4 *bis*), entre $2\rho + 1$ inconnues. Les tableaux suivants des observations de ce genre que jusqu'à présent j'ai soumises au calcul, donnent $\mu + \mu' + \ldots + \mu^\rho = 96$ et $\rho = 5$. Il y avait donc 96 équations entre 12 inconnues, réparties en sorte que 10 d'entre elles, savoir, 5 de W et 5 valeurs de n, n'entraient deux à deux que dans les équations fournies par une même lame, tandis que les deux autres inconnues, α et β, dont la détermination formait le vrai but du calcul, se trouvaient l'une et l'autre dans chacune des 96 équations. En résolvant ces dernières d'après la méthode des moindres carrés, j'ai trouvé

$$\alpha = 0{,}0056302,$$
$$\beta = 0{,}00005680\,;$$

ou bien *la relation entre les longueurs d'onde de différents rayons et les déviations minima* ($32^\circ\,40' + w$) *qu'ils subissent dans un prisme de flint de Munich de* $45^\circ\,23'\,34''$:

$$(5)\qquad \lambda = \mathrm{L}\,(1 - 0{,}0056302\,.\,w + 0{,}0000558o\,.\,w^2).$$

Elle équivaut à la relation suivante entre les longueurs d'onde et les quotients de réfraction (m), pour une réfraction quelconque opérée par du flint de Munich :

$$(6)\qquad \lambda = \mathrm{L}\,[1 - 9{,}6137\,(m - 1{,}63207) + 162{,}685\,(m - 1{,}63207)^2].$$

J'observe, toutefois, que ces expressions ne doivent pas s'appliquer au delà des limites $w = +35'$ ou $m = 1,65258$.

» Voici aussi, pour les cinq séries d'observations, les valeurs de W, de n et des épaisseurs δ des lames qui les ont fournies :

Pour la série n° 1. $W = -0',83$, $n = 122$, $\delta = \frac{257 . L(1-p)}{4} = 0^{mm},025721$;

Pour la série n° 2. $W = +0',66$, $n = 40$, $\delta = \frac{81 \; L(1-p)}{4} = 0^{mm},008053$;

Pour la série n° 3. $W = -0',80$, $n = 122$, $\delta = \frac{257 . L(1-p)}{4} = 0^{mm},025717$;

Pour la série n° 4. $W = -0',71$, $n = 95$, $\delta = \frac{191 . L(1-p)}{4} = 0^{mm},019142$;

Pour la série n° 5. $W = -1',222$, $n = 12$, $\delta = \frac{257 . L(1-p)}{4} = 0^{mm},025425$;

où p représente la valeur variable d'une série à l'autre, de l'expression $\alpha W - \beta W^2$. Quant aux épaisseurs δ, leur rapport suit immédiatement de mes observations, tandis que leur expression en millimètres repose sur la supposition approchée que, à égalité de rayons, les longueurs des ondes dans le mica et dans le vide sont comme 2 : 3; ce qui donne, pour le mica, $L = 0^{mm},00039917$.

» Arrivé à ces résultats, j'ai comparé ainsi qu'il suit, avec les observations, le calcul d'après l'expression (4 *bis*).

Dans de la lumière décomposée après avoir traversé la lame de mica n° 1,

LES RAIES noires marquées ν	RÉPONDAIENT à la déviation observée	RÉPONDAIENT à la déviation calculée w,	ET A L'INDICE de réfraction m.	OBSERVATIONS.
	32° 40′			
— 17	— 23,07	— 22,89	1,61867	Les valeurs calculées résultent de l'expression $$w = \frac{\alpha}{2\beta} - \sqrt{\left(\frac{\alpha}{2\beta}\right)^2 - \frac{2\nu + 257p}{2\nu + 257}\frac{1}{\beta}},$$ lorsqu'on y substitue $$p = -\alpha.0{,}831 - \beta(0{,}831)^2.$$
— 16	— 22,12	— 21,62		
— 15	— 20,62	— 20,36		
— 14	— 18,82	— 19,11		
— 13	— 17,70	— 17,25		
— 12	— 17,10	— 16,60		
— 11	— 16,06	— 15,33		
— 10	— 14,50	— 14,06		
— 9	— 13,27	— 12,72		
— 8	— 12,15	— 11,39		
— 7	— 10,77	— 9,65		
— 6	— 9,20	— 8,91		
— 5	— 7,63	— 7,60		
— 4	— 6,18	— 6,20		
— 3	— 4,97	— 4,99		
— 2	— 2,97	— 3,54		
— 1	— 1,68	— 2,18		
0	— 0,12	— 0,83		
+ 1	+ 1,37	+ 0,54		
+ 2	+ 2,83	+ 1,91		
+ 3	+ 4,03	+ 3,32		
+ 4	+ 5,22	+ 4,73		
+ 5	+ 7,06	+ 6,18		
+ 6	+ 8,37	+ 7,63		
+ 7	+ 10,33	+ 9,14		
+ 8	+ 11,73	+ 10,64		
+ 9	+ 13,30	+ 12,22		
+ 10	+ 15,21	+ 13,84		
+ 11	+ 16,56	+ 15,50		
+ 12	+ 18,33	+ 17,24		
+ 13	+ 20,22	+ 16,12		
+ 14	+ 22,23	+ 21,01		
+ 15	+ 23,87	+ 23,13		
+ 16	+ 25,58	+ 25,25		
+ 17	+ 27,60	+ 27,55		
+ 18	+ 29,42	+ 29,86		
+ 19	+ 30,76	+ 32,95		
+ 20	+ 33,30	+ 36,05	1,65317	

Dans de la lumière décomposée après avoir traversé la lame de mica n° 2,

LES RAIES noires marquées ν	RÉPONDAIENT à la déviation		ET A L'INDICE de réfraction m.	OBSERVATIONS.
	observée	calculée w,		
	32° 40′			
— 8	— 32,83	— 32,20	1,61322	Les valeurs calculées résultent de l'expression $w=\frac{\alpha}{2\beta}-\sqrt{\left(\frac{\alpha}{2\beta}\right)^2-\frac{2\nu+81p}{2\nu+81}\frac{1}{\beta}}$, lorsqu'on y substitue $p=+\alpha.0,658-\beta(0,658)^2$.
— 7	— 29,12	— 28,21		
— 6	— 25,47	— 24,20		
— 5	— 21,48	— 20,18		
— 4	— 17,10	— 16,14		
— 3	— 12,65	— 12,08		
— 2	— 8,15	— 7,94		
— 1	— 3,63	— 3,69		
0	+ 0,93	+ 0,66		
+ 1	+ 6,15	+ 5,21		
+ 2	+ 11,17	+ 10,60		
+ 3	+ 16,40	+ 15,20		
+ 4	+ 21,90	+ 20,98	1,64436	
+ 5	+ 27,28	+ 27,99	1,64846	

Dans de la lumière décomposée après avoir traversé la lame de mica n° 3,

LES RAIES noires marquées ν	RÉPONDAIENT à la déviation		ET A L'INDICE de réfraction m.	OBSERVATIONS.
	observée	calculée w,		
	32° 40′			
— 11	— 15,76	— 15,22	1,62316	Les valeurs calculées résultent de l'expression $w=\frac{\alpha}{2\beta}-\sqrt{\left(\frac{\alpha}{2\beta}\right)^2-\frac{2\nu+257p}{2\nu+257}\frac{1}{\beta}}$, lorsqu'on y substitue $p=-\alpha.0,804-\beta(0,804)^2$.
— 10	— 14,29	— 13,95		
— 9	— 12,95	— 12,66		
— 8	— 11,97	— 11,37		
— 7	— 10,47	— 10,07		
— 6	— 8,95	— 8,77		
+ 5	+ 7,45	+ 6,30		
+ 6	+ 9,05	+ 7,39		
+ 7	+ 10,72	+ 9,20		
+ 8	+ 12,15	+ 10,81		
+ 14	+ 22,07	+ 21,13		
+ 15	+ 23,59	+ 23,22		
+ 16	+ 25,35	+ 25,31		
+ 17	+ 26,93	+ 27,70		
+ 18	+ 28,72	+ 30,10	1,64970	

Dans de la lumière décomposée après avoir traversé la lame de mica n° 4,

LES RAIES noires marquées v	RÉPONDAIENT à la déviation observée	calculée w,	ET A L'INDICE de réfraction m.	OBSERVATIONS.
	32° 40′			
— 10	— 19,38	— 18,27	1,62137	Les valeurs calculées résultent de l'expression $w=\frac{\alpha}{2\beta}-\sqrt{\left(\frac{\alpha}{2\beta}\right)^2-\frac{2v+191p}{2v+191}\frac{1}{\beta}}$, lorsqu'on y substitue $p=-\alpha.0,705-\beta(0,705)^2$.
— 9	— 17,34	— 16,57		
— 8	— 15,13	— 14,85		
— 7	— 13,27	— 13,14		
— 6	— 11,40	— 11,41		
— 5	— 9,80	— 9,66		
— 4	— 7,58	— 7,90		
— 3	— 5,55	— 6,14		
+ 9	+ 19,80	+ 17,76		
+ 10	+ 22,10	+ 20,23		
+ 11	+ 24,23	+ 22,87		
+ 12	+ 26,43	+ 25,75		
+ 13	+ 28,85	+ 28,93		
+ 14	+ 30,97	+ 32,56	1,65114	

Dans de la lumière décomposée après avoir traversé la lame de mica n° 5,

LES RAIES noires marquées v	RÉPONDAIENT à la déviation observée	calculée w,	ET A L'INDICE de réfraction m.	OBSERVATIONS.
	32° 40′			
— 11	— 16,22	— 15,59	1,62295	Les valeurs calculées résultent de l'expression $w=\frac{\alpha}{2\beta}-\sqrt{\left(\frac{\alpha}{2\beta}\right)^2-\frac{2v+257p}{2v+257}\frac{1}{\beta}}$, lorsqu'on y substitue $p=-\alpha.1,220-\beta(1,220)$.
— 10	— 14,47	— 14,32		
— 9	— 13,23	— 13,02		
— 8	— 12,17	— 11,73		
— 7	— 10,88	— 10,45		
— 6	— 9,87	— 9,17		
+ 5	+ 6,90	+ 5,83		
+ 6	+ 8,35	+ 7,35		
+ 7	+ 9,83	+ 8,80		
+ 8	+ 11,32	+ 10,29		
+ 14	+ 21,05	+ 20,45		
+ 15	+ 22,67	+ 22,50		
+ 16	+ 23,72	+ 24,54		
+ 17	+ 25,39	+ 26,75		
+ 18	+ 28,33	+ 29,10	1,64912	

» Cette comparaison me paraît suffisamment confirmer la dépendance que j'admets, équations (5) et (6), entre les longueurs des ondes lumineuses et entre les déviations minima et les indices de réfraction qui leur répondent, les unes pour un prisme de flint de Munich de 45°23′34″, les autres pour une réfraction quelconque opérée par ladite substance. Ce n'est que pour des déviations plus grandes que 33°15′, ou pour des indices qui surpassent 1,65252, que les résultats du calcul s'éloignent sensiblement de ceux de l'observation, et qu'il faudrait, par conséquent, ajouter un troisième terme aux seconds membres des équations (5) et (6). Je n'ai pas cru, pour le moment, devoir m'arrêter à la recherche de ce terme, parce que les applications que nous allons faire des valeurs calculées de λ n'excéderont pas les limites où l'expression que j'admets par cette quantité doit être restreinte.

» Je passe à mes recherches sur l'action absorbante des vapeurs d'iode et de brome. Le raisonnement qui précède me permet de les exposer en peu de mots. Supposer, comme je le fais, que l'absorption opérée par chacune de ces substances équivaut à une interférence simple ou de deux portions de faisceau lumineux, c'est prétendre que les valeurs correspondantes de W et de v, offertes par l'observation des raies noires dans le spectre que produit l'absorption de chacune d'elles, satisfont à l'expression

$$w = \frac{\alpha}{2\beta} - \sqrt{\left(\frac{\alpha}{2\beta}\right)^2 - \frac{2v+(2n+1)p}{2v+2n+1}\cdot\frac{1}{\beta}}, \quad p \text{ étant} = \alpha W\beta . W^2,$$

et dans laquelle il n'y a plus d'arbitraires que les seules valeurs de W et de n. En effet, toutes les fois que cette relation se vérifie, il est prouvé que les longueurs des ondes lumineuses dont la réduction à un minimum d'intensité a produit les raies marquées $-v'$, 0, $+v$ dans le spectre en question, sont respectivement dans le rapport des nombres $2n+1-2v'$, $2n+1$, $2n+1+2v$. Mais, cette dernière relation établie, on ne trouvera guère pour l'expliquer une hypothèse plus satisfaisante que celle qui fait le sujet de cette Note. Or, voici à quel point la formule précitée satisfait aux déviations minima $(D+w)$ et aux indices (v) des raies que produit l'absorption des vapeurs de brome :

Dans de la lumière décomposée après avoir passé par des vapeurs de brome,

LES RAIES noires marquées ν	RÉPONDAIENT à la déviation observée	calculée w,	ET A L'INDICE de réfraction m,	LE NOMBRE des observat. étant (*)	REMARQUES.
	32° 40′				
0	− 0,43	+ 0,65	1,63245	$\frac{1}{4}$	Les valeurs calculées résultent de la formule $w = \frac{\alpha}{2\beta} - \sqrt{\left(\frac{\alpha}{2\beta}\right)^2 - \frac{2\nu + 341 p}{2\nu + 341} \frac{1}{\beta}}$, lorsqu'on y substitue $p = + \alpha . 0,653 - \beta (0,653)^2$.
+ 1	+ 1,70	+ 1,66		1	
+ 2	+ 2,53	+ 2,72		1	
+ 3	+ 3,70	+ 3,83		2	
+ 4	+ 4,90	+ 4,93		4	
+ 5	+ 5,88	+ 6,04		7	
+ 6	+ 6,98	+ 7,16		10	
+ 7	+ 8,32	+ 8,27		13	
+ 8	+ 9,50	+ 9,45		13	
+ 9	+10,78	+10,61		13	
+ 10	+12,03	+11,82		13	
+ 11	+13,28	+13,06		12	
+ 12	+14,42	+14,31		6	
+ 13	+15,55	+15,58		4	
+ 14	+16,87	+16,88		3	
+ 15	+18,10	+18,25		3	
+ 16	+19,12	+19,62		2	
+ 17	+20,12	+21,00		1	
+ 18	+21,53	+22,54		2	
+ 19	+22,83	+24,12	1,64619	$\frac{1}{2}$	

(*) Je n'attribue aux visées sur les raies marquées 0 et 19 que les poids $\sqrt{\frac{1}{4}}$ et $\sqrt{\frac{1}{2}}$, parce qu'elles sont moins distinctes que les autres et que, dans les circonstances de l'observation, la première n'était pas précédée et l'autre n'était pas suivie de raies bien prononcées qui eussent aidé à reconnaître leur position angulaire.

» L'accord du calcul et des observations est d'autant plus parfait, que ces dernières reposent sur un plus grand nombre de visées. Il ne laisse à désirer que vers la limite prévue d'avance pour l'étendue de la formule; aussi, circonstance digne de remarque, l'écart qui s'observe près de cette limite est-il dans le même sens que pour des raies dont l'origine par interférence est incontestable. Je conclus des valeurs précédentes de n et de W ou p, que l'action absorbante des vapeurs du brome est identique avec celle qu'exerce une feuille de mica de l'épaisseur $\frac{341 \, L (1 - p)}{4} = 0^{mm},0339$0, et

que, réduit au vide, l'intervalle de retard que cette substance établit entre les deux portions qu'elle forme du faisceau lumineux qui la traverse, est de $0^{mm},10172$.

» Voici encore le tableau analogue des résultats de mes observations sur l'iode.

Dans le spectre d'un faisceau de lumière qui avait traversé des vapeurs d'iode,

LES RAIES noires marqués v	RÉPONDAIENT à la déviation observée	calculée w,	ET A L'INDICE de réfraction m,	LE NOMBRE des observat. étant	REMARQUES.
	32° 40′				
− 15	−15,55	−15,45	1,62303	2	Les valeurs calculées résultent de l'expression $w = \frac{\alpha}{2\beta} - \sqrt{\left(\frac{\alpha}{2\beta}\right)^2 - \frac{2v+329\,p}{2v+329}\frac{1}{\beta}}$, lorsqu'on y substitue $p = +\alpha.0,018 - \beta\,(0,018)^2$.
− 14	−14,47	−14,45		2	
− 13	−13,39	−13,44		1	
− 12	−12,25	−12,43		1	
− 11	−11,03	−11,42		2	
− 10	−10,15	−10,41		2	
− 9	− 9,57	− 9,39		2	
− 8	− 8,72	− 8,37		2	
− 7	− 7,67	− 7,35		2	
− 6	− 6,59	− 6,32		2	
− 5	− 5,53	− 5,29		3	
− 4	− 4,48	− 4,24		3	
− 3	− 3,37	− 3,19		5	
− 2	− 2,20	− 2,13		5	
− 1	− 1,02	− 1,06		5	
0	+ 0,01	+ 0,02		5	
+ 1	+ 1,32	+ 1,11		5	
+ 2	+ 2,32	+ 2,20		5	
+ 3	+ 3,48	+ 3,32		5	
+ 4	+ 4,48	+ 4,45		5	
+ 5	+ 5,65	+ 5,59		5	
+ 6	+ 6,85	+ 6,74		5	
+ 7	+ 7,93	+ 7,91		5	
+ 8	+ 9,02	+ 9,09		4	
+ 9	+10,25	+10,30		5	
+ 10	+11,50	+11,52		5	
+ 11	+12,59	+12,76		5	
+ 12	+13,72	+14,02		5	
+ 13	+14,95	+15,34	1,64105	2	

» L'accord du calcul avec l'observation est pour le moins aussi parfait que pour l'absorption par le brome, et les écarts, un peu plus sensibles pour les rayons fortement déviés, sont encore dans le même sens que dans les phénomènes incontestablement dus à l'interférence. Il suit des valeurs que nous venons de trouver pour n et pour W ou p, que l'action absorbante de l'iode équivaut à celle d'une lame de mica de $\frac{329\,\mathrm{L}\,(1-p)}{4} = 0^{\mathrm{mm}},03283$ d'épaisseur, et que cette action établit entre les deux portions qu'elle forme du faisceau lumineux qui la traverse, un intervalle de retard, réduit au vide, de $0^{\mathrm{mm}},09849$.

» Outre les raies d'absorption mentionnées jusqu'ici, et dont l'hypothèse d'un retard subi seulement par une portion du faisceau lumineux rend parfaitement raison, les spectres dus au passage de la lumière par l'iode et le brome offrent encore, en de certaines circonstances, une ou deux bandes obscures, beaucoup plus larges, et qui paraissent alors se superposer aux raies ordinaires. Leur origine rentre tout aussi bien dans l'hypothèse des interférences, et elles résulteraient nommément d'une troisième portion du faisceau primitif, pour laquelle l'intervalle de retard ne contiendrait qu'un petit nombre de fois la longueur d'une onde lumineuse. En effet, les différents degrés d'intensité lumineuse que l'interférence de deux portions de faisceau établit dans le spectre du faisceau résultant, doivent, dans ce spectre, passer les uns dans les autres par une progression essentiellement ralentie dans le voisinage des minima et des maxima. Il s'ensuit que chacune des portions noires ou relativement obscures qui s'y présenteront, paraîtra d'autant plus large que l'intervalle angulaire entre *deux* parties de ce genre vient à augmenter. Ce qui paraît une raie noire de quelques secondes de diamètre, quand l'intervalle entre deux raies consécutives est d'une minute, formera donc une bande obscure de plusieurs minutes, quand cet intervalle atteint ou dépasse même les limites du spectre entier. Or, loin d'être purement hypothétique, cette dernière circonstance est de rigueur, toutes les fois que l'intervalle de retard qui produit l'interférence ne contient qu'un petit nombre de fois la longueur d'une onde lumineuse. Admettons, par exemple, que les longueurs des ondes qui, vers l'extrême rouge et vers l'extrême violet, sont les dernières visibles, soient comme 3 est à 2; c'est bien sûrement la plus forte différence que l'on puisse supposer, et néanmoins un minimum d'intensité qu'une interférence aurait produit vers le milieu du spectre, ne serait alors accompagné d'une autre à l'extrémité même du rouge ou à l'extrémité du violet, que si l'intervalle de retard était respectivement plus grand que onze fois ou plus

grand que quinze fois la longueur d'une onde moyenne! Restant au-dessous de cette limite d'étendue, un retard quelconque dans le faisceau que l'on décompose ne produira jamais dans tout le spectre qu'une seule bande, dont la largeur et l'aspect délavé ne laisseront pas de se montrer en raison de son isolement. Il mérite encore d'être remarqué que, dans les vapeurs de brome aussi bien que dans celles d'iode, la séparation d'une troisième portion du faisceau lumineux (je veux dire celle qui n'est que faiblement retardée) devient plus ou moins sensible, suivant la température et la tension de ces vapeurs. Car, en effet, dans les spectres dus à leurs absorptions, les raies minces et serrées gardant invariablement et sous toutes les circonstances un même emplacement, les larges bandes grises s'y ajoutent et les recouvrent en partie, toutes les fois que la température ou la compression de l'absorbant s'élèvent l'une ou l'autre à une certaine limite. »

PHYSIQUE. — *Sur des expériences de transmission des courants électriques exécutées à Milan pendant la durée du dernier congrès scientifique.* (Note extraite par M. **Matteucci** de sa correspondance avec M. **Belli**.)

« M. le professeur Belli m'a communiqué les résultats des expériences faites d'après ma proposition sur la conductibilité de la terre par le courant électrique. Les deux stations étaient Milan et Monza.

» Dans la première expérience, le circuit, tout métallique, était de 12 500 mètres à peu près. Dans la seconde le circuit était en partie métallique et en partie en terre, c'est-à-dire 12 500 mètres de fil et 12 500 mètres de terre. Dans la troisième, le circuit était tout métallique, de 25 000 mètres.

» La pile était un seul couple à face constante.

» Les intensités ont été dans les rapports de 30 : 27 : 17.

» Il résulterait de là la confirmation de ce que j'avais trouvé à des distances moindres.

» Le premier circuit, tout métallique, qui donne 30, est la moitié du second en longueur. Ce second se compose du même fil et de la terre, et dans ce cas on trouve 27. La différence, très-petite en comparaison du double de longueur du circuit, on l'aurait certainement trouvée à des moindres distances de terre, car elle est due au changement de conducteur.

» Dans la troisième expérience, lorsque le circuit était tout métallique et de la même longueur que le second, la différence devenait très-grande.

» Quand on emploie la terre à de grandes distances, non-seulement la résistance due à la longueur disparaît, mais on ne trouve plus celle

même du fil employé. Je doute toujours que ce résultat soit dû à des actions chimiques sur les plaques. Il serait très-important, pour la science et pour la télégraphie, de faire de plus grandes expériences. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur un nouveau procédé d'extraction des rochers au moyen de la poudre; par* M. COURBEBAISSE, ingénieur des Ponts et Chaussées. (Extrait.)

« Le nouveau procédé d'extraction de rochers consiste à remplacer les petits trous de mines ordinaires qui sont cylindriques, et dont les dimensions ne pouvaient varier que dans d'étroites limites, par des mines d'une profondeur et d'une capacité variables, aussi grandes qu'on le voudra, appropriées à l'effet qu'on doit produire.

» D'après le volume, la forme et la nature de la masse de rocher à extraire, un mineur expérimenté doit pouvoir déterminer, après un examen attentif, l'emplacement et la capacité les plus convenables des mines qui doivent opérer le déblai.

» Ces deux éléments étant déterminés, on aboutit à l'emplacement choisi pour chaque mine par un trou de mine cylindrique, vertical ou incliné, fait à la manière ordinaire par la percussion de barres à mine de plus en plus longues, et on crée à l'extrémité de ce trou la cavité voulue, par l'action de réactifs chimiques détruisant le rocher, ou par des moyens mécaniques.

» Quel que soit d'ailleurs le moyen employé, on devra toujours arriver à loger une grande quantité de poudre, à meilleur marché que dans des petits trous cylindriques, et il faudra moins de faux frais pour bourrer et allumer que pour la même poudre logée en petits trous.

» Enfin, la poudre en grande masse, sous une pression énorme, doit mieux brûler, produire plus de chaleur, et donner à poids égal plus de puissance.

» Les essais que j'ai faits ont plus que justifié mes prévisions. Je les ai faits dans une roche calcaire où je créais la place de la poudre avec un agent chimique (l'acide muriatique), et le logement de la poudre était bien moins cher que dans les petits trous.

» J'ai reconnu que les grandes mines ne dépassent pas la division utile qu'elles atteignent à peine, et qu'elles utilisent, pour cette division, toutes les fissures naturelles du rocher exploité.

» Les masses détachées ayant augmenté dans un rapport plus considérable que la puissance et le volume de la poudre, ne sont plus projetées, mais seulement repoussées à une faible distance.

» Les gaz de la poudre, n'arrivant au dehors qu'après avoir produit toute leur expansion intérieurement, ne produisent pas de détonation.

» Ainsi, *à poids égal, logement de la poudre à meilleur marché, avec moins de faux frais et avec plus de puissance; point de division inutile, de projection ni de détonation*, et par suite, *point de travail perdu* : tels sont les avantages que j'ai prévus et reconnus par expérience dans les grandes mines.

» Je n'ai point encore employé de moyens mécaniques pour élargir le bas de mes trous de mine. Dans les roches calcaires, je me suis servi avec succès de réactifs chimiques.

» Le meilleur réactif pour attaquer les roches calcaires est l'acide muriatique, à cause de son bas prix et de la grande solubilité du produit de la réaction.

» Le carbonate de chaux, qui forme les roches calcaires, demande, d'après sa composition chimique, 72 pour 100 de son poids d'acide chlorhydrique pour être décomposé, et si on emploie l'acide muriatique du commerce, d'une densité de 1,20, contenant 40 pour 100 d'acide pur, chaque kilogramme de carbonate de chaux consommera, pour sa décomposition, $1^{kil},80$ de cet acide du commerce.

» J'ai essayé le procédé sur des masses compactes de marbre très-dur et très-lourd, d'une densité de $2^{m},70$; chaque litre de vide pouvant loger 1 kilogramme de poudre demandait donc pour sa création $2,70 \times 1^{kil.},80$, ou $4^{kil.},86$ d'acide; la quantité déduite de l'expérience s'est trouvée de 6 kilogrammes, à cause des pertes de toute nature faites dans l'emploi. L'acide muriatique coûte de 10 à 12 francs les 100 kilogrammes sur les lieux de fabrication, à Rouen, Montpellier, Marseille, etc.; en supposant qu'avec le transport et l'emballage, il revienne moyennement à 20 francs, on voit que 1 litre de vide ne coûterait que $1^{f},20$ à créer, et près des lieux de fabrication d'acide $0^{f},70$ ou $0^{f},80$; la réduction mécanique en poussière, avec des barres à mine, de 1 litre de calcaire dur coûte de $1^{f},50$ à 2 francs.

» J'exploite depuis huit mois ces masses de marbre, où je fais des tranchées de 20 à 40 mètres de hauteur dans un défilé sur le bord du Lot; j'ai fait partir plus de quatre-vingts mines contenant de 4 à 70 kilogrammes de poudre par mine, et je puis parfaitement en apprécier les effets; je vais décrire rapidement la manière dont nous avons opéré, et les résultats que nous avons obtenus.

» Nous déterminons avec soin l'emplacement et la quantité de poudre de chaque mine, d'après la forme, la nature et la masse de rocher à extraire,

ses fissures, son assiette, et le point où nous voulons faire tomber les déblais.

» Nous aboutissons à l'emplacement choisi, par un trou cylindrique, le plus souvent vertical, percé avec des barres à mine ordinaire, que nous prenons seulement de plus en plus longues, et que nous allongeons avec des manches en bois, à mesure que le trou s'approfondit; on fait à peu près $1^m,50$ de trou par jour, avec quatre ouvriers.

» Lorsque le percement du trou cylindrique est terminé, nous devons créer au bas de ce trou un vide suffisant pour y loger la quantité de poudre convenable. Nous commençons alors à employer l'acide; nous versons d'abord, pour nettoyer le trou, 1 litre d'acide et 2 litres d'eau; le liquide sort presque entier en mousse, et on enlève le reste; cette opération dure une demi-heure.

» On verse ensuite 1 litre d'acide pur en trois fois, de quart d'heure en quart d'heure, en ajoutant chaque fois autant d'eau, et on laisse travailler pendant deux heures, puis on cure le trou; l'opération entière dure trois heures.

» Le premier jour, on fait cinq fois cette opération, on use 6 kilogrammes d'acide, et l'on crée 1 litre de vide.

» On continue les jours suivants de la même manière, en augmentant toutefois progressivement, à mesure que le trou s'agrandit, la quantité d'acide et le temps de l'opération.

» C'est ainsi, par exemple, que lorsqu'on a 30 litres de vide, on verse 2 litres d'acide pur suivis d'autant d'eau, un quart d'heure après $1\frac{1}{2}$ litre avec autant d'eau, un quart d'heure après autant, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait rempli les deux tiers du vide: on laisse travailler trois ou quatre heures et on cure; l'opération dure quatre ou cinq heures, se renouvelle trois ou quatre fois par jour; on use 40 litres d'acide, et l'on fait 7 à 8 litres de vide.

» Voici le tableau approximatif du vide créé chaque jour, et de l'agrandissement de la poche. On n'a soigné les trous que pendant le jour; on pourrait faire marcher l'opération beaucoup plus vite en soignant les trous plus assidûment, et pendant la nuit.

Marche de l'opération faite lentement, en ne travaillant que le jour.

Vide du trou sur 1 mètre de hauteur.		3 litres.
Le 1[er] jour on crée	1 litre de vide et la poche a . .	4[lit],00
Le 2[e]	1[lit],20	5[lit],20
Le 3[e]	1[lit],50	6[lit],70
Le 4[e]	1[lit],90	8[lit],60
Le 5[e]	2[lit],50	11[lit],10
Le 6[e]	3[lit],60	14[lit],70
Le 7[e]	5[lit],20	19[lit],90
Le 8[e]	7[lit],30	27[lit],20
Le 9[e]	10[lit],00	37[lit],20
Le 10[e]	12[lit],80	50[lit],00
Le 11[e]	16[lit],00	66[lit],00
. . . .		

» En pressant l'opération, et travaillant jour et nuit, l'opération marcherait ainsi :

Vide du trou sur 1 mètre de hauteur..		3 litres.
Le 1[er] jour, vide créé	3 litres ; vide total.	6
Le 2[e]	8	14
Le 3[e]	20	34
Le 4[e]	40	74
. . . .		

» Nous versons l'acide dans le trou avec un entonnoir de cuivre de 2 à 3 mètres de longueur; nous curons le trou avec de petits seaux à soupape de cuivre, ayant le diamètre du trou et des hauteurs de 12 à 50 centimètres, attachés à des ficelles et avec des torchons d'étoupes.

» On ne doit enlever le liquide que lorsque l'action est terminée, ce qu'on reconnaît aisément en versant sur le rocher le liquide retiré qui ne doit plus agir sur lui.

» Il arrive quelquefois que le trou perd le liquide par des fissures du rocher, soit au commencement, soit pendant la durée de l'opération ; la solution de chlorure de calcium que nous retirons, devant nous donner le volume du liquide introduit, si l'on s'aperçoit à la diminution de ce volume que le trou perde, on y verse de l'eau plâtrée jusqu'à ce que les fissures, bouchées par le plâtre qui s'y arrête, ne laissent plus passer le liquide ; nous avons ainsi toujours réussi à étancher ceux de nos trous qui ont perdu.

» La poche terminée, on la vide avec les seaux; on la sèche avec des paquets d'étoupes qu'on y enferme, qu'on y retourne, et qu'on retire avec un tire-bourre emmanché au bout d'une longue perche.

» Pour charger, on verse la poudre, en la tassant avec une perche en bois, jusqu'aux deux tiers; on place la mèche (1), on y verse l'autre tiers de poudre, on remplit le trou de sable tassé avec une petite tige, et l'on met le feu.

» L'explosion a lieu quelques minutes après (2), sans lumière, sans détonation, sans projection de matériaux; on n'entend qu'un bruit sourd provenant du craquement du rocher, et on ne voit qu'un tressaillement subit dans la masse qui, brusquement soulevée à une très-faible hauteur, retombe fendue et désorganisée dans tous les sens : tantôt les masses ainsi détachées sont précipitées avec fracas au bas du rocher; tantôt, lorsque l'assiette sur laquelle elles reposent est assez large, elles sont seulement désorganisées, et restent à peu près en place comme un grand mur en pierre sèche tout lézardé, qu'on déblaye avec la plus grande facilité, au moyen de petites mines, ou avec de fortes vis pouvant déplacer des poids énormes.

» Nous avons eu, parmi les matériaux que nous avons ainsi précipités dans les gouffres du Lot que nous devions remblayer, des blocs qui cubaient jusqu'à 4 et 500 mètres cubes.

» Nous avons varié la profondeur de nos mines de 2 ou 3 mètres à 9 ou 10 mètres, et la largeur du devant de 3 ou 4 mètres à 10 ou 12 mètres; l'action s'étend de chaque côté à une distance à peu près égale au devant qui charge le trou.

» Le calcaire était si dur et de si mauvaise qualité, qu'il coûtait de 3 à 4 francs le mètre cube à l'extraction ordinaire, ou *extraction au détail*, faite avec tous les soins et l'économie possibles, et la moitié des matériaux était perdue par la projection dans le Lot, qui coule au pied du défilé, tandis que le rocher obtenu par *l'extraction en grand*, au moyen de nos grandes mines, ne nous revient qu'à $0^{f},50$ environ le mètre cube.

» Je placerai ici le sous-détail du prix de revient d'une de nos grandes mines, contenant, par exemple, 50 kilogrammes de poudre à une profondeur de 5 mètres, ayant un devant de 7 à 8 mètres.

---

(1) Nous employons avec avantage des mèches fabriquées à Resan, par MM. Bickfort, par paquet de 10 mètres, coûtant 1 fr. le paquet; elles sont formées d'une corde dont l'âme est un filet de poudre continu, recouverte d'un ruban spiral et enduite de goudron. Nous trouvons ces mèches avantageuses, même pour les petits trous de mine ordinaires.

(2) L'intervalle qui s'écoule entre l'*allumage* et l'explosion dépend de la longueur de la mèche.

Percement d'un trou de 5 mètres, à 4 fr. le mètre.	20 fr.
Façon de la poche, $\frac{1}{4}$ de 10 journées, ou $2\frac{1}{2}$ jours à $1^f,60$.	4
282 kilogrammes d'acide, pour faire 47 litres de vide, à 6 kilogrammes par litre, à 20 fr. les 100 kilogrammes.	$56^f,40$
Faux frais de toute espèce, eau plâtrée au besoin, étoupes, etc.	$1^f,60$
Prix de la poche pour loger 50 kilogrammes de poudre. . . .	82
50 kilogrammes de poudre, à 200 fr. le quintal.	100
Faux frais pour essayer et bourrer, 5 mètres de mèche à $0^f,10$, sable, étoupe, etc.	1
Prix de la mine.	183
Déblaiement des masses détachées, division des blocs trop gros, cinq petits trous de mine, à 3 fr. l'un.	15
10 journées d'ouvriers, à $1^f,50$ l'une.	15
Total.	213 fr.

En nombre rond, 220 fr.

» Or, une pareille mine déblaye une masse de 5 à 6 mètres de profondeur, de 7 à 8 mètres de largeur et de 14 à 15 mètres de longueur, cubant moyennement 500 mètres cubes; ce qui fait revenir le prix de l'extraction à $0^f,44$ le mètre cube, ou, en nombre rond, à $0^f,50$ en plus, ou le $\frac{1}{7}$ environ de ce qu'aurait coûté la même masse au détail.

» Je ne tarderai pas à essayer des moyens mécaniques pour créer les poches, afin de pouvoir établir une comparaison sûre entre les deux moyens. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur les principaux ravages d'une trombe dans une commune des environs de Toulouse (Escalquens), le 19 septembre 1844; par* M. l'abbé **Chambon**, professeur de physique au grand séminaire de Toulouse.

« Vers 11 heures du matin, le temps était menaçant; le vent d'autan (est-sud-est) soufflait avec force. Cependant, vers $11^h 30^m$, le vent d'ouest se lève à son tour. Sa violence est telle, qu'elle lui permet de lutter avec avantage contre l'autan qui, comme tout le monde sait dans nos pays, est ordinairement très-fort. Il s'établit donc une lutte terrible entre ces deux vents; le résultat est la formation ou au moins le mouvement giratoire d'une trombe sans pluie; elle se présente sous la forme d'un nuage en vaste cône renversé et sans cesse en rotation très-rapide. A la vue de cette masse effrayante au milieu des airs, chacun tremble pour soi. Tout à coup elle s'élance sur un

champ de maïs qu'elle renverse, coupe et disperse en tout sens. Dans sa marche progressive, qui est de l'ouest à l'est à peu près, elle paraît se relever pour revenir avec plus de fureur. Pour lors rien ne résiste à ses ravages. Les arbres sont déracinés, ou cassés, ou tordus. Toutes les tuiles canales qui couvrent la métairie de M. Ferradou sont enlevées, lancées au loin avec grand bruit, ou entassées en divers endroits. Dans le hangar qui présente le plus de prise, toute la toiture est emportée d'un seul coup; les poutres, les chevrons, sont arrachés de leur place, brisés et dispersés dans les champs voisins jusqu'à une distance de 6 à 700 mètres : un des murs du hangar est renversé; une des portes à claire-voie est brisée en mille pièces que l'on ne retrouve pas; le foin est dispersé au loin; deux paillers considérables sont emportés et la paille est mise sous forme de corde. Un verrou d'une porte fermée est arraché. Une tige de fer, longue de $1^m, 5$, qui surmonte le dôme du pigeonnier, est aussi arrachée et portée à près de 200 mètres. Les soudures d'une boule en zinc au bas de cette tige, et d'un croissant fixé au milieu de cette même tige, sont en partie fondues; le dôme lui-même, tout en fer ou en zinc, est dérangé de sa place. Dans cette tourmente, toute la volaille de la métairie, entraînée par le courant, est tuée par le choc des tuiles canales, des planches et chevrons qu'entraîne la trombe dans les airs, peut-être aussi par des décharges électriques. Le fils du maître-valet, jeune homme de 13 à 14 ans, pris par la trombe, est enlevé; vainement cherche-t-il à s'accrocher aux branches des arbres autour desquels il tourne; rejeté à terre, repris plusieurs fois, il est enfin laissé sans fâcheux accidents. Il n'en est pas de même d'un homme de 30 ans qui, pour fuir le danger, est sorti précipitamment du hangar; celui-ci, soulevé, roulé sur le sol, reçoit plusieurs coups de tuile canale et de débris de bois qui lui pleuvent sur le corps.

» Après ces ravages à la métairie de M. Ferradou, la trombe, se dirigeant à travers champs, coupe et renverse une vigne, détruit le maïs dans un champ voisin, emporte la toiture des habitations qu'elle rencontre, et continue ainsi jusqu'à la métairie de M. Fieuzet, commune de Belberant, à 3 kilomètres au moins de la métairie de M. Ferradou. Cependant, dans sa marche, elle n'atteint pas toujours également le sol; elle agit comme par ricochets. Pendant que cela se passe à Escalquens, sans une goutte de pluie, le tonnerre gronde à Toulouse et dans les environs (Toulouse est au couchant et à 10 kilomètres à peu près d'Escalquens); la grêle tombe en abondance, mais la pluie surtout est telle, que de mémoire d'homme, dit-on, on n'en vit jamais une pareille dans le pays.

» Tels sont les faits que nous avons pu recueillir sur le terrible phénomène

du 19 septembre. Nous avons vu, le lendemain matin, tous les ravages dont il a été la cause et que nous venons de relater. Nous avons interrogé soit ceux qui ont été pris par la trombe, soit ceux qui l'ont vue de près, soit ceux qui se sont trouvés plus éloignés. Tous ont été d'accord sur le bruit continuel, sourd et effrayant qui se faisait entendre. Il n'en est pas de même du feu, que les premiers assurent avoir vu dans la trombe, tandis que les seconds et les troisièmes sont partagés. Ceux surtout qui étaient plus loin prétendent n'avoir vu qu'une espèce de fumée épaisse, qui leur a fait croire que le feu était à la métairie. Cependant il paraît que ceux qui assurent avoir vu du feu sont en plus grand nombre. Le témoignage des deux qui ont été pris par la trombe est un peu infirmé par la frayeur qui s'était emparée d'eux; ils ne savaient ni ce qu'ils faisaient ni où ils en étaient.

» Le verrou de la porte, l'appareil qui surmontait le pigeonnier, arrachés de leur place et offrant des points de fusion dans les soudures, nous paraissent des faits incontestables en faveur de la présence du fluide électrique dans le phénomène. Nous parlons ainsi avec d'autant plus de confiance, que les employés de la compagnie d'assurance *la France* se sont montrés plus faciles à reconnaître les effets de la foudre, contre leurs intérêts, car la métairie était assurée. Il paraît même qu'ils ont reconnu les traces de la foudre ailleurs que dans le pigeonnier, à la cuisine par exemple.

» Nous ne faisons que relater ici un semblable phénomène qui eut lieu, l'an dernier, entre Tarbes et Bagnère-de-Bigorre. Il y eut aussi beaucoup de désastres sur lesquels nous n'avons pas de détails. »

GÉOLOGIE. — *Recherches géologiques dans l'Oural.* (Extrait d'une Lettre de M. Leplay, ingénieur en chef des Mines, professeur de métallurgie à l'École royale des Mines, à M. *Élie de Beaumont.*)

« Ekaterinebourg, 30 août 1844.

» Au milieu des études métallurgiques qui ont occupé les neuf dixièmes de mon temps, depuis que je voyage dans l'Oural, je n'ai pas manqué, toutes les fois que j'en ai trouvé l'occasion, d'examiner, du mieux qu'il m'a été possible, la constitution des principaux gîtes métallifères. J'ai souvent passé d'un versant à l'autre de la chaîne de l'Oural, pour visiter les forges qui dépendent de la même propriété, car vous savez que les concessions de l'Oural sont faites perpendiculairement à la chaîne : ordinairement les gîtes minéraux et les principales usines sont situés sur le versant asiatique ou oriental, mais toutes les concessions ont dû être étendues sur le versant opposé jusqu'à la

Tchoussovaïa et ses affluents, qui offrent aux usines des moyens d'exportation, faute desquels les ressources métallurgiques de cette contrée resteraient sans valeur. Chaque concession produit, en général, les métaux bruts à proximité des mines, à la limite orientale du massif cristallin; puis elle les élabore à divers degrés, soit dans des usines plus ou moins avancées au milieu des forêts qui s'étendent à l'est, jusqu'à la grande steppe de Sibérie, soit sur le versant occidental où les bois sont, à la vérité, moins abondants que dans la région orientale, mais où les métaux à élaborer se trouvent déjà tout transportés sur la route du port situé sur la Tchoussovaïa.

» Indépendamment des grandes usines annexées aux gîtes de fer et de cuivre qui se trouvent à la limite commune de la formation cristalline centrale et des roches schisteuses adossées au versant oriental de la chaîne, il existe une deuxième ligne parallèle de hauts fourneaux, située à 80 kilomètres environ plus près de la grande steppe de Sibérie. Ces fourneaux fondent des minerais hydratés, situés dans les mêmes conditions que ceux que vous et M. Dufrénoy avez classés, avec raison, dans votre carte de France, à l'étage moyen des terrains tertiaires. Ces minerais sont géodiques; ils sont disséminés dans de grandes masses de sables argileux très-ocreux : l'ensemble de chaque gîte ferrifère est déposé dans de grandes cavités, creusées dans les masses de calcaire coquiller silurien. Le tout est recouvert par de grandes nappes d'argile et de sable non ferrifères, qui nivellent complétement les anfractuosités des roches anciennes formant la base du sol. Cette région intermédiaire entre l'Oural et la steppe de Sibérie présente déjà des conditions très-favorables à la culture : les champs cultivés, couverts de moissons de seigle, d'orge, d'avoine, de lin, de chanvre, se mêlent, comme dans nos grands districts de forges de la Champagne, de la Lorraine, du Berry, de la Comté, etc., aux massifs boisés. Si donc cette seconde ligne de forges est grevée de frais de transports plus considérables pour amener les produits marchands sur le versant européen de l'Oural, elle a, en revanche, l'avantage de trouver sur place les céréales que les forgerons de l'Oural doivent tirer de la steppe de Sibérie. C'est dans ces conditions que se trouvent situés les beaux établissements d'Alapacosk, de Régevsk, de Kamcosk, etc.

» Les nombreuses excursions que j'ai faites de l'est à l'ouest dans les divers points de l'Oural compris entre Bogoslovsk et Ekaterinebourg, m'ont donné occasion d'étudier la constitution géologique de cette étendue, particulièrement dans la région centrale, la plus riche en métaux, comprise entre la Toura et la Neiva. Voici un très-court résumé de l'opinion que je me suis faite de la disposition des grandes masses minérales.

» L'axe géologique de la chaîne est formé par des syénites, des diorites et des serpentines qui semblent appartenir à deux révolutions essentiellement différentes : la syénite forme, en général, la partie la plus basse des régions cristallines; c'est ainsi que le plus grand lac, formé dans le centre de la chaîne pour donner le mouvement aux roues de la forge de Tchevnoï (ce lac a 80 ou 100 kilomètres carrés), est entièrement encaissé dans la syénite.

» Les plus grandes sommités qui se trouvent dans les mêmes régions, à 600 mètres au moins au-dessus des syénites de Tchevnoï, sont au contraire formées de diorites et de serpentines : sur les pentes se trouvent encore, beaucoup au-dessus du niveau des syénites, des masses puissantes de roches schisteuses métamorphiques; celles-ci, qui composent la plus grande partie du relief principal de l'Oural, doivent certainement ces reliefs à l'action des diorites et des serpentines. Elles sont d'ailleurs disposées avec une symétrie parfaite de part et d'autre, c'est-à-dire à l'est et à l'ouest du massif cristallin.

» Ainsi en descendant vers l'ouest, et même en traversant la plupart des points de la ligne de faîte de l'Oural, on rencontre d'abord des schistes verts amphiboliques qui sont tellement riches en amphibole et en feldspath (ou plutôt albite, et, mieux encore, oligoklase, comme dit maintenant M. Gustave Rose), qu'on ne peut s'empêcher de les nommer *diorites schisteuses*. A chaque pas que l'on fait vers l'ouest, on voit les schistes métamorphiques perdre quelque chose de leur aspect cristallin, et se convertir en un schiste argileux qui, pendant longtemps encore, présente des retours aux types amphiboliques talqueux, chloriteux; qui alterne souvent avec de vraies couches de quartz gras hyalin, mais qui, enfin, à une distance de 20 kilomètres environ des roches cristallines, se convertit en un schiste très-terreux, friable, alternant avec des grès argileux, micacés, avec des poudingues quartzeux fort recherchés comme matériaux réfractaires par les usines situées sur l'un et l'autre versant de la chaîne. Cette transition est surtout sensible à la hauteur d'une bande calcaire très-puissante qui court parallèlement à la ligne de faîte, et que j'ai suivie sur une distance de plus de 100 kilomètres. Ce calcaire, qui contient beaucoup de polypiers, forme peut-être le commencement de la formation dévonienne de M. Murchison : je n'y ai reconnu bien distinctement que le *Calamopora gothlandica*, le *Calamopora spongites* et le *Calamopora concentrica*. Autant que je puis me le rappeler, ces espèces se trouvent aussi bien dans le terrain dévonien que dans le terrain silurien ; en sorte que, de ce côté, la limite commune des deux formations ne serait pas nettement tranchée.

» Enfin, à 3 verstes de la Tchoussovaïa, commence la formation carbo-

nifère parfaitement caractérisée par le *Productus gigas*, le *Spirifer mosquensis*, etc. Les fréquentes ondulations que fait la Tchoussovaïa dans cette région sont toutes contenues dans quatre bandes successives de calcaire et de grès quartzeux et de quartzite qui appartiennent à cet étage.

» Sur le versant oriental de la chaîne se trouve encore une bande de roches stratifiées, composée surtout de schistes verts, talqueux, amphiboliques, etc.

» Il y existe aussi une bande très-puissante de calcaire que j'ai également observée sur une grande longueur, avec d'autant plus de soin, que c'est dans celle-ci ou à proximité de celle-ci que se trouvent les riches mines de cuivre et de fer qui forment pour ainsi dire l'axe métallurgique de la contrée. Ce calcaire est très-riche en fossiles qui établissent parfaitement son origine silurienne. J'ai fait explorer par un grand nombre d'ouvriers les nombreuses carrières ouvertes dans cette route, soit pour les besoins des usines, soit pour les recherches des mines, et je rapporte à l'École des Mines une quantité très-considérable de beaux fossiles, parmi lesquels dominent les Pentamères, les Murchisonia, les Térébratules, et un grand nombre d'individus qui me paraissent attendre un parrain.

» En avançant vers l'est, on ne voit pas la roche stratifiée reprendre le caractère ordinaire des roches de sédiment; loin de là, jusqu'à la limite de la grande steppe de Sibérie, sur une largeur moyenne de 150 kilomètres, les roches stratifiées sont littéralement criblées de roches cristallines qui en ont complétement modifié le caractère originaire. On y trouve encore de grandes masses de syénite et même de granite; mais les masses dominantes, parmi les roches non stratifiées, sont composées de diorites, et surtout de serpentines.

» Les gîtes de cuivre sont principalement concentrés, dans la bande calcaire orientale, dans les points où le calcaire qui la forme est en contact avec les roches cristallines du centre de la chaîne. On en trouve également sur la bande calcaire occidentale. Comme la plupart des gîtes métallifères, ils sont dans une dépendance également intime des terrains de sédiment dans lesquels ils sont contenus, et des terrains cristallins placés immédiatement au contact de ces derniers.

» Les usines à fer de la région centrale sont surtout alimentées par les belles masses de fer oxydulé, dont les principales sont celles de Katchkanar, de Goroblagodat et de Vissokogorsk. Tous ces grands gîtes sont situés à proximité de la bande calcaire ou des roches schisteuses qui y sont associées. Mais l'ensemble des observations très-multipliées que j'ai faites sur la sortie des gîtes me démontre que leur origine est entièrement indépendante des roches

de sédiment : je vois d'ailleurs, par une Lettre que j'ai reçue de M. Murchison, avant mon départ, qu'il continue à adopter la même opinion. Voici, en résumé, les principales raisons qui motivent cette opinion.

» Les masses de fer oxydulé sont toutes comprises dans la roche cristalline proprement dite : le fer oxydulé y est tellement disséminé, qu'il forme partie constituante de la masse, comme le feldspath, l'amphibole, etc. Il n'existe rien dans les gîtes qui rappelle les dispositions en amas ou en filons, ou au moins les indices de cette disposition sont fort rares, et constituent des exceptions. Il faut donc considérer les grands gîtes de fer oxydulé comme des masses cristallines composées principalement de feldspath et d'amphibole, et de divers silicates ferrugineux multiples qui me paraissent mériter un examen particulier. Si les deux grandes masses exploitées de Goroblagodat et de Vissokogorsk sont situées près des roches stratifiées (la carte de M. Murchison fait passer la limite de ces roches trop à l'est), ce n'est pas que les roches stratifiées soient pour quelque chose dans la formation des masses d'aimant presque contiguës; cette circonstance tient surtout à ce que la proximité des roches stratifiées donne des conditions éminemment favorables à la fusion des minerais. Le Katchkanar, qui n'est pas exploité, bien qu'il présente encore plus de minerai que les deux gîtes ci-dessus nommés, est plus loin de la zone des roches stratifiées. Enfin, j'ai observé dans toute la formation dioritique, dans les masses de chlorite qui y sont souvent associées, des quantités considérables de fer oxydulé, loin de toute roche stratifiée. Tantôt ce minerai forme de petits grains ou cristaux, partie constituante de la roche, et dans ce cas se trouvent des montagnes entières, qui, passées au haut fourneau, rendraient au moins 15 pour 100 de fonte; très-souvent aussi le fer oxydulé est assez concentré pour constituer de véritables mines. J'ai trouvé jusqu'à quatre grandes mines de fer oxydulé dans le centre des masses dioritiques, dans une région fort circonscrite, à la hauteur du lac Tchernoï, et dans trois zones cristallines différentes. Chacune de ces mines, en ne lui tenant compte que de ce que montrent quelques recherches superficielles, alimenterait les plus grands hauts fourneaux pendant des centaines d'années. Leur exploitation au milieu de forêts presque impénétrables serait, pour le moment, une entreprise peu convenable.

» Il est d'ailleurs digne de remarque que Vissokogorsk présente seul des masses de fer oxydulé exemptes des autres éléments de la roche cristalline : sous ce rapport, aussi bien que par l'excellente qualité des fers qu'il produit, ce gîte est privilégié entre tous ceux qui existent dans l'Oural.

» Les minerais proprement dits du Goroblagodat, du Katchkanar, ceux

que j'ai découverts dans les forêts inexploitées du centre de l'Oural, à la hauteur du lac Tchernoï, sont une roche complexe, à pâte dominante de fer oxydulé, pénétrée de divers silicates ferrugineux, alumineux et magnésiens. Les minéraux qui forment dans les montagnes la masse dominante, et qui sont au contraire subordonnés dans le minerai proprement dit, se décomposent très-aisément, et donnent lieu à des kaolins, à des argiles ferrugineuses, et même à des ocres et à des hydrates de fer compacte. Il résulte de là que les grandes masses de minerai se détachent très-aisément des masses friables qui les entourent, et que le minerai lui-même a une grande tendance à se décomposer ou plutôt à se déliter sous l'influence de l'air. C'est ainsi que je n'ai pas trouvé un seul échantillon solide dans des centaines de mètres cubes extraits depuis quelque temps de Goroblagodat. Le minerai n'est pas transportable si on ne le grille immédiatement sur place. Au reste je rapporte, pour la collection métallurgique de l'École des Mines, et pour celle de Géologie, de nombreux échantillons provenant de tous ces gîtes, et qui parleront sur ce sujet plus éloquemment que toute description.

» Vous connaissez parfaitement le gisement de l'or en roche dans le principal terrain aurifère de l'Oural, par l'excellente description qu'en a donnée M. G. Rose: j'ai observé des gisements analogues plus au nord, aux environs de Reyevsk, de Chilorska, de Salda, etc.; j'ai étudié avec un vif intérêt plus de vingt laveries de sables aurifères : la plus grande partie des filons aurifères et des alluvions est concentrée à proximité d'une longue zone de serpentine qui se dirige sans interruption du sud au nord depuis Bérésof jusqu'à Nijni-Touva; sous le rapport métallurgique comme sous le rapport géologique, je ne connais rien de plus curieux que l'ensemble de cette région aurifère, où la dépendance mutuelle des alluvions et des filons peut s'observer à chaque pas, et où, sur une longueur de 400 kilomètres, il n'existe pas une vallée dont le sol ne recèle de l'or.

» J'ai consacré avec un vif intérêt plusieurs jours à l'étude des alluvions et des laveries de platine; je crois avoir constaté le gisement du platine d'une manière aussi précise qu'il est possible de le faire pour un minéral qui ne se trouve pas en filons, mais qui est certainement disséminé dans toute la masse d'une roche cristalline. La position de cette masse est clairement indiquée par la configuration des lieux, qui a été récemment mise en évidence par un très-beau travail topographique que le propriétaire de cette riche contrée a fait exécuter par un habile ingénieur anciennement attaché au travail de la carte de France. Toutes les alluvions platinifères sont concentrées dans de petites vallées rayonnant dans toutes les directions autour d'un massif formé

par une roche qui présente souvent un terme moyen entre une diorite compacte et une serpentine, mais qui, dans la plupart des points, est une serpentine très-caractérisée. Il n'y a pas une alluvion platinifère proprement dite qui ne se trouve dans une vallée partant de ce point central, et toutes les vallées, au nombre de vingt au moins, y compris les ravins secs qui rayonnent autour de ce point, ont été exploitées pour platine avec plus ou moins de succès.

» Dans une exploration minutieuse faite avec grand renfort de gens qui avaient reçu à l'avance mission d'atteindre par des fouilles nombreuses la roche cachée partout sous les épais débris d'une forêt vierge, nous n'avons pu trouver de platine visible dans la roche même, mais nous avons constaté les faits suivants :

» 1°. La roche ne présente aucun indice de filons, en sorte que si, comme on n'en peut douter, la montagne en question est le gîte primitif du platine, ce minéral se trouvait disséminé dans la roche même. Il n'en est pas de même des alluvions aurifères, qui appartiennent à une région toute différente : partout la roche solide à proximité de la zone des alluvions présente de nombreux filons de quartz : il n'y a rien de pareil dans le massif platinifère de la *Marthiane*, c'est le nom de la montagne que je décris, et qui me paraît digne d'une certaine célébrité.

» 2°. Nous avons trouvé en beaucoup de points la serpentine littéralement criblée de petites particules de fer chromé ; c'est le minéral dominant dans les schlichs platinifères concentrés par le lavage, comme le fer oxydulé domine dans le schlich des laveries d'or, et nous n'avons retrouvé cette particularité en aucun autre point des masses de serpentine qui abondent dans la même contrée.

» 3°. A la vérité, dans les milliers de fragments qui ont passé sous nos marteaux et sous ceux des nombreux mineurs qui nous assistaient, il ne s'est pas trouvé, ou du moins il n'a pas été observé de parcelles de platine natif ; mais il est essentiel de remarquer que dans une exploration beaucoup plus facile, dirigée sur les sables platinifères les plus riches en platine, on ne le rencontrerait pas davantage. Et cependant le platine y est disséminé, dans toute l'étendue de couches horizontales dont on voit des sections verticales, sur des milliers de mètres de développement. Ces alluvions, où des causes naturelles ont concentré le platine, doivent être incomparablement plus riches que le gîte primitif ; je n'ai jamais pu néanmoins y voir le platine engagé dans le sable, et le directeur habile de ces exploitations n'y est parvenu que dans un petit nombre de cas, sur des points que l'exploitation signalait comme

ayant une richesse inusitée. Je tiendrais volontiers le pari que la Société géologique, tenant sa réunion annuelle dans les vallées de la Marthiane, ne découvrirait pas le platine natif dans les centaines de milliers de mètres carrés que présentent aujourd'hui à découvert les sables platinifères des groupes de la Marthiane. Cela tient à ce que les sables platinifères ne tiennent même, quand ils sont très-riches, que 1 partie de platine en poids sur 200000; et cependant, je le répète, ces sables doivent être incomparablement plus riches que la masse aux dépens de laquelle ils sont formés; et en second lieu, la portion de cette masse qu'il nous a été possible de voir avec de grands préparatifs est un infiniment petit, par comparaison avec la masse observable des alluvions platinifères. Il eût donc été contraire à toute probabilité que nous trouvassions le platine même dans la roche: j'en étais convaincu à priori, et notre exploration avait uniquement pour but de constater la présence ou l'absence des filons, et, dans ce dernier cas, l'analogie de la masse centrale et des minéraux composants et subordonnés, avec ceux qu'on rencontre dans les alluvions mêmes.

» 4°. Je n'ai pas besoin de dire que les éléments des alluvions et tous les énormes blocs qu'on y rencontre sont absolument identiques avec la masse de la montagne où toutes les vallées ont leur origine.

» 5°. On a trouvé, après de très-minutieuses recherches, faites pendant mon séjour sur les lieux, sur les sables concentrés par le lavage, de petits grains de platine encore adhérents à un peu de roche: cette roche est entièrement identique avec la serpentine imprégnée de fer chromé que nous avons trouvée en place sur la Marthiane; je rapporte des échantillons qui mettent cette analogie, ou plutôt cette identité hors de doute.

» 6°. Entre les couches épaisses formées à la surface du sol de la Marthiane par les débris des forêts, et surtout par la décomposition des énormes troncs qui y sont entassés et qui rendent ce district impénétrable à des voyageurs non assistés par une grande quantité de pionniers; entre cette couche, dis-je, et la roche solide, il existe toujours, même au sommet de la montagne, qui est élevée de 400 mètres au moins au-dessus des vallées adjacentes, une couche argilo-ferrugineuse. Celle-ci ne contient aucune trace des cailloux roulés qui forment la plus grande partie des alluvions dans le fond des ravins. Elle provient évidemment de la décomposition de la serpentine, et se trouve à la place même de la roche qui en a fourni les éléments. Nous avons fait laver un grand nombre d'échantillons (100 kilogrammes environ) de ces argiles superficielles, dans la région où la roche inférieure était le plus riche en fer chromé: presque partout nous avons obtenu sur des tables dormantes bien

établies, et avec l'aide d'ouvriers expérimentés, des paillettes et des grains de platine en quantité beaucoup trop faible pour payer les frais de lavage, mais assez forts pour qu'il ne puisse rester aucun doute sur la présence du métal précieux dans cette couche superficielle. Je vous montrerai à Paris les résultats principaux de ces nombreux essais; indépendamment des autres considérations présentées ci-dessus, ce seul fait me paraît établir d'une manière incontestable la nature du gisement primitif du platine dans les chaînes de l'Oural.

» J'ajoute que le district où ces recherches ont été faites a fourni jusqu'à ce jour au moins les $\frac{19}{20}$ de la quantité totale de platine extraite du sol de l'Empire.

» J'ai été assisté dans ces recherches par M. Schvetzoff, ancien élève de l'École des Mines de Paris, dont tous les voyageurs dans l'Oural, MM. de Humboldt, G. Rose, Murchison, de Verneuil, etc., ont apprécié le savoir et l'expérience. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur les ajutages coniques divergents alternativement plongés dans l'air et dans l'eau; par* M. A. DE CALIGNY.

« Les expériences que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sont, je crois, les premières qui aient été faites dans le but de déterminer si le débit des ajutages coniques divergents augmente quand ils sont plongés dans l'eau ou dans un milieu de même nature que le fluide qui s'écoule. Il est même généralement admis qu'il n'en est pas ainsi. Or, il était indispensable de savoir un peu comment les choses se passent dans cette circonstance pour établir la théorie de diverses machines hydrauliques, quand ce ne serait que celle des roues alternativement plongées.

» J'ai eu simplement pour but, dans les expériences dont je vais donner une description succincte, d'étudier le phénomène dans ce qu'il a de plus essentiel, c'est-à-dire en ne considérant, abstraction faite de mesures précises, que des différences considérables dans ses effets. Ainsi, au lieu de me servir d'un réservoir à niveau constant, je me suis contenté de mesurer à quelles profondeurs l'eau baissait dans un réservoir pendant une ou deux minutes pour les divers modes d'écoulement, en ayant soin que, pour les comparaisons à faire, le temps fût, bien entendu, rigoureusement le même. Ce réservoir était un vase en zinc à peu près cylindrique d'environ $0^{m},67$ de haut, et de $0^{m},24$ de diamètre, le niveau ne baissant jamais d'un tiers de sa hauteur pendant la première minute.

» Les quatre ajutages dont je me suis servi successivement étaient des tubes coniques entièrement ouverts à leurs extrémités. Leurs plus petits diamètres étaient de $0^m,011$ à $0^m,012$ environ. Par cette extrémité, ils étaient soudés sans bavures à la paroi verticale du vase, aux plans tangents de laquelle leurs axes étaient à peu près perpendiculaires. Ils étaient disposés à $0^m,02$ ou $0^m,03$ du fond, et à environ $0^m,033$ les uns des autres. Le diamètre extérieur de l'ajutage le plus ouvert était d'environ $0^m,053$, son côté étant de $0^m,14$. L'ajutage le moins ouvert avait $0^m,028$ de diamètre extérieur et $0^m,135$ de côté. Les deux autres avaient $0^m,16$ de côté : le diamètre extérieur de l'un était à peu près moyen entre ces deux premiers; le diamètre extérieur de l'autre était à peu près moyen entre ce dernier et celui de $0^m,028$. Il ne faut pas oublier qu'on n'en fait jamais couler qu'un seul à la fois.

» Les deux ajutages les moins ouverts coulent pleins sans qu'il soit nécessaire de les faire déboucher sous l'eau, mais il faut que la charge soit suffisante. Cet effet vient de ce que la colonne liquide, entraînant de l'air par la communication latérale de son mouvement, tend à faire le vide autour d'elle, soit à l'origine de l'écoulement, soit quand elle se détache momentanément de l'ajutage, celui-ci, en définitive, coulant à peu près plein, par suite des agitations intérieures qui appliquent périodiquement la veine à la paroi sans jamais l'en détacher beaucoup. Pour ces deux ajutages, on ne remarque aucune différence sensible dans le débit, quand ils débouchent sous l'eau ou dans l'air, parce que dans tous les cas ils coulent à peu près pleins. Il est même assez difficile, pour ces angles de convergence, de faire en sorte que les ajutages ne coulent pas pleins au moment où ils sont débouchés quand la charge d'eau est assez haute. Pour y parvenir facilement, il a fallu commencer par ne verser d'abord qu'une petite quantité d'eau sur le fond du vase, en augmentant graduellement le volume jusqu'à ce qu'il fût plein. Mais il faut observer, et c'est une des choses qui caractérisent ce mode d'écoulement, que si l'on verse un seau d'eau brusquement dans le cas où l'ajutage en expérience est celui de $0^m,028$ de diamètre extérieur, le vase étant à moitié plein, la veine qui ne remplissait pas l'ajutage le remplit brusquement et continue à le faire couler plein pendant qu'il se vide, tandis que c'est le contraire qui arrive pour l'ajutage de $0^m,033$ environ de diamètre extérieur qui, après avoir été amorcé, cesse de couler plein quand on y verse un seau d'eau sur la même charge. Ainsi, le mouvement rapide imprimé à la veine quand l'ajutage n'est pas trop ouvert, lui donne une force de succion latérale suffisante pour l'appliquer contre les parois, tandis que si l'ajutage est plus ouvert, de manière à ce qu'on ne puisse facilement l'amorcer qu'au moyen des phéno-

mènes d'adhésion qui se présentent dans les petites vitesses, à moins de se servir de la présence momentanée d'un corps proéminent, la veine se détache brusquement des parois.

» J'ai disposé ensuite le vase dans un réservoir de dimensions telles par rapport à lui, que dans chaque expérience le volume d'eau écoulé par l'ajutage faisait hausser le niveau de l'eau autour de ce vase, d'une hauteur analogue aux diamètres des ajutages, afin de considérer comment les choses se passeraient pendant le temps employé à les recouvrir. J'observais d'abord le mouvement de l'eau avant qu'elle remplît l'ajutage, le niveau extérieur ne s'élevant pas encore jusqu'à lui. Au commencement de l'expérience, la veine formait une nappe qui se pliait sur une portion plus ou moins grande de la paroi intérieure. Lorsque ensuite le niveau extérieur s'élevait devant la veine, celle-ci formait un remou de plus en plus brusque, sans que l'ajutage coulât plein, jusqu'à ce qu'il fût presque entièrement recouvert, du moins dans le cas où il ne contenait pas d'eau à l'époque où il avait été débouché extérieurement, le bouchon pénétrant jusqu'à son plus petit diamètre. Ces phénomènes dépendent du degré d'inclinaison de l'axe de l'ajutage; les personnes qui voudraient répéter les expériences en retrouveront facilement les détails secondaires.

» Quand l'ajutage est suffisamment recouvert, le bruit que fait l'air, entraîné ou mis en mouvement d'une manière quelconque par le liquide, cesse en grande partie, et l'ajutage se remplit brusquement. Le débit augmente d'une quantité considérable et qui, pour l'un des deux ajutages, est de plus de moitié en sus quand il est tout à fait sous l'eau, dont la hauteur diminue cependant un peu la charge réelle motrice.

» Quant au troisième ajutage, celui d'environ $0^{m},039$ de diamètre extérieur, lorsqu'il était entièrement plongé, il débitait plus d'eau que dans l'air; mais comme je suis parvenu, il est vrai presque par hasard, à le faire couler à peu près plein dans l'air, j'en conclus, en réunissant ce fait à ceux que j'avais déjà observés relativement aux autres ajutages, que l'augmentation de débit provenait dans tous les cas simplement de ce que les ajutages entièrement plongés présentent un écoulement parfaitement analogue à ce qui se passe dans l'air quand le liquide adhère à leurs parois. Je n'ai pu, en effet, observer d'augmentation de débit bien sensible pour l'ajutage le plus ouvert, par l'effet de la submersion; or, c'était précisément le seul que je n'eusse pu faire couler plein, dans l'air du moins, sous des charges un peu fortes analogues à celles sous lesquelles je mesurais l'écoulement.

» Dans les deux ajutages les plus ouverts, la veine se détachant, en gé-

néral, de la partie supérieure de la paroi quand l'écoulement se fait à l'air libre, on observe, si les charges d'eau ne sont plus que de $0^m,1$ à $0^m,2$, qu'elle laisse échapper de chaque côté une nappe très-mince qui lèche la paroi conique intérieure. C'est le long de cette nappe que dans les petites vitesses la veine vient graduellement s'étendre, et finit par remplir l'origine de l'ajutage, si l'extrémité de celui-ci n'est pas trop inclinée, quand les vitesses sont très-diminuées par la baisse de l'eau dans le vase.

» L'aspect de la veine n'est pas le même dans ces deux ajutages avant l'époque où elle s'est ainsi relevée. Dans l'un et dans l'autre, lorsque le vase est plein, on ne voit point de partie lumineuse à l'intérieur de l'ajutage, du moins à l'œil nu, mais on en voit une bien distincte quand l'eau est baissée d'une petite quantité dans le vase. Dans l'ajutage le plus ouvert, on voit très-distinctement, au bout d'un certain temps, cinq anneaux lumineux précédés par la veine qui sort avec sa couleur ordinaire. Le deuxième et le quatrième anneau sont très-brillants. On suit très-facilement de l'œil les mouvements intérieurs du liquide, et, par suite, les pertes de force vive qui doivent en résulter. C'est probablement des pertes de ce genre qui empêchent le débit d'augmenter sensiblement quand l'ajutage le plus ouvert coule plein sous l'eau, quoiqu'il soit bien positif qu'il y a une époque où il coule véritablement plein, c'est-à-dire dans tout son intérieur, comme on s'en assure, même avant qu'il soit tout à fait recouvert. Il y a un instant où le bruit de l'air en mouvement sur le remou cesse presque totalement, même pour cet angle de l'ajutage, et où l'on voit la veine s'appliquer brusquement contre l'origine de l'ajutage, et sortir avec beaucoup plus de régularité sans produire un remou aussi brusquement relevé, bien que la partie extérieure soit encore loin d'être recouverte. Au même instant on cesse de voir la partie brillante de la veine.

» On conçoit que les pertes de force vive dont il s'agit proviennent des mouvements intérieurs, que l'on rend sensibles de plusieurs manières, par exemple au moyen des frémissements d'un petit corps proéminent extérieur. Quand la partie extérieure de l'ajutage est convenablement relevée et que son origine est remplie d'eau dans les petites vitesses, la partie brillante de la veine n'apparaît plus que comme un ovale dont le grand diamètre est horizontal, et l'on y voit encore les mouvements intérieurs en spirale longtemps après la cessation de l'écoulement.

» Ces ajutages étaient sans doute de trop petits diamètres pour que l'on pût en conclure des règles précises sur les angles de convergence qui conviendraient à de grandes dimensions; mais, par cette raison, même ils établissent la limite de l'angle que l'on ne peut espérer même d'atteindre dans les applications, à cause des phénomènes de l'adhérence.

Conclusions.

» Les ajutages divergents de petites dimensions débitent plus d'eau quand ils sont plongés qu'ils ne le font, toutes choses égales d'ailleurs, dans l'air libre, à moins cependant qu'ils puissent, *accidentellement*, couler pleins dans l'air, et fournir ainsi l'augmentation de débit que procure leur immersion. La limite de l'angle le plus ouvert est nécessairement moindre pour les ajutages divergents de grandes dimensions, bien que la succion provenant de la simple communication latérale du mouvement de la veine liquide soit, en général, la principale cause du phénomène de la dilatation dont il s'agit.

» *Nota.* Les phénomènes sont tout à fait différents dans les mouvements oscillatoires, surtout pour de gros tuyaux dont le diamètre n'est pas trop petit par rapport à la course des oscillations du liquide. Il en résulte que les effets dont il s'agit se sont trouvés, en définitive, n'avoir que peu d'influence dans la machine hydraulique à flotteur. La perte de force vive qui en résulte étant alors assez faible, je n'ai pas cru nécessaire de donner, pour le moment, plus de détails sur ces recherches, mais il m'a semblé devoir en dire quelques mots, parce qu'il n'en est pas question dans les Traités de physique. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 16; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; Tables du 1er semestre 1844; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention, d'importation et de perfectionnement, délivrés du 1er *janvier* 1828 *au* 31 *décembre* 1842, *et encore en vigueur à cette dernière époque; dressé par ordre de* M. CUNIN-GRIDAINE, Ministre de l'Agriculture et du Commerce; in-4°.

Théorie des Machines à vapeur; par M. DE PAMBOUR; 1 vol. avec atlas; in-4°.

Annales de l'Académie de Reims; 1842-1843; 1er vol. in-8°.

Étude physiologique de l'Intestin chez l'homme et les animaux dans l'état sain et dans l'état maladif; par M. GABILLOT; in-8°.

Mémoire sur le Suc gastrique et son rôle dans la nutrition; par M. C. BERNARD; broch. in-8°.

Recherches expérimentales sur les fonctions du Nerf spinal, étudié spécialement dans ses rapports avec le pneumogastrique; par le même; in-8°. (Ces deux ouvrages sont renvoyés au concours pour le Prix de Physiologie expérimentale.)

Résumé des Théories astronomiques; par M. B. BUISSON; in-4°.

Géologie de la France, avec cartes et coupes géognostiques de la France et des environs de Paris; par M. V. RAULIN; in-12.

Annales forestières; n° 10; octobre 1844; in-8°.

L'Abeille médicale; n° 10; octobre 1844; in-8°.

Lettre de M. PASSOT *à M. le Président de l'Académie des Sciences.* In-4°.

Bibliothèque universelle de Genève; n° 104; août 1844; in-8°.

Tableau général des Poissons fossiles; par M. AGASSIZ. Neufchâtel, 1844; in-fol.

Essai sur la classification des Poissons; par le même; in-fol.

Notice sur la succession des Poissons fossiles dans la série des formations géologiques; par le même; in-fol.

A Dissertation... *Dissertation sur le véritable âge du Monde, dans laquelle on détermine la chronologie de la période comprise entre la création et l'ère chrétienne; par* M. WALLACE. Londres, 1844; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 517; in-4°.

Nuove... *Nouvelles recherches sur la structure des Cistomes; par* M. GASPARRINI. Naples, 1844; 1 feuille in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 42; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 121 à 123; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 29 et 30.

L'Expérience; n° 381; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 OCTOBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ARITHMÉTIQUE. — *Note sur la limite du nombre des divisions dans la recherche du plus grand commun diviseur entre deux nombres entiers; par* M. LAMÉ.

« Dans les traités d'Arithmétique, on se contente de dire que le nombre des divisions à effectuer, dans la recherche du plus grand commun diviseur entre deux entiers, *ne pourra pas surpasser la moitié du plus petit.* Cette limite, qui peut être dépassée si les nombres sont petits, s'éloigne outre mesure quand ils ont plusieurs chiffres. L'exagération est alors semblable à celle qui assignerait la moitié d'un nombre comme la limite de son logarithme; l'analogie devient évidente quand on connaît le théorème suivant :

» THÉORÈME. *Le nombre des divisions à effectuer, pour trouver le plus grand commun diviseur entre deux entiers* A, *et* $B < A$, *est toujours moindre que cinq fois le nombre des chiffres de* B.

» Voici la démonstration élémentaire de ce théorème :

» Si, commençant par 1 et 2, on compose une suite de nombres entiers, tels que chacun d'eux soit égal à la somme des deux nombres qui le précèdent,

on obtient la série suivante :

(1) 1, 2, 3, 5, 8; 13, 21, 34, 55, 89; 144, 233, 377, 610, 987; 1597.....

D'après cette loi de formation, quand on appliquera la méthode de recherche du plus grand commun diviseur à deux nombres consécutifs de la série (1), tous les quotients des divisions seront l'unité, et les restes seront tous les termes précédents, jusqu'au reste 1. Le nombre des divisions effectuées sera donc égal au nombre de ces restes précédents.

» Il est facile de démontrer que le nombre des termes de la série (1), qui ont un même nombre de chiffres, est au moins de quatre, et au plus de cinq. En effet, t', le premier des termes de $(k+1)$ chiffres, est plus grand que 10^k, et moindre que 2.10^k, puisqu'il provient de la somme de deux nombres de k chiffres; t'', le second terme de $(k+1)$ chiffres, est plus grand que $\frac{3}{2}.10^k$, car il est égal à t', plus grand que 10^k, augmenté de $t^{(0)}$, terme le plus élevé de k chiffres, lequel est nécessairement plus grand que $\frac{1}{2}.10^k$, puisque, ajouté à un terme moindre que lui, il doit donner t'; t'' est d'ailleurs plus petit que 3.10^k, puisque l'on a $t'<2.10^k$ et $t^{(0)}<10^k$; enfin, si l'on désigne par t''', t^{IV}, t^{V}, t^{VI},... les termes qui suivent t'', on aura les inégalités

$$\begin{aligned} 2,5.10^k &< t''' < 5.10^k, \\ 4.10^k &< t^{\text{IV}} < 8.10^k, \\ 6,5.10^k &< t^{\text{V}} < 13.10^k, \\ 10,5.10^k &< t^{\text{VI}} < 21.10^k. \end{aligned}$$

Ainsi t^{IV} ne peut avoir plus de $(k+1)$ chiffres, et t^{VI} moins de $(k+2)$ chiffres. Le groupe des termes de $(k+1)$ chiffres comprendra donc au moins quatre termes, et au plus cinq.

» D'après cela, si l'on désigne les termes de la série (1) par $r_0, r_1, r_2, r_3,\ldots, r_n, r_{n+1},\ldots$, le nombre n des termes qui précèdent r_n sera au plus égal à cinq fois le nombre des chiffres de r_n, moins l'unité. Donc la recherche du plus grand commun diviseur, entre deux termes consécutifs r_n, r_{n+1}, de la série (1), se composera d'un nombre de divisions plus petit que cinq fois le nombre des chiffres de r_n.

» Soient maintenant A, et $B<A$, deux entiers dont on cherche le plus grand commun diviseur. Désignons par $(R_{n'}, R_{n'-1}, R_{n'-1},\ldots, R_2, R_1, R_0)$ la suite décroissante des restes que donnent les divisions de A par B, de B par $R_{n'}$, de $R_{n'}$ par $R_{n'-1}$, etc. Le plus petit nombre, B, tombera entre deux termes con-

sécutifs r_{n+1} et r_n de la série (1), et les restes $R_{n'}$, $R_{n'-1}$, . . . tomberont dans les divers intervalles de la série décroissante $(r_{n+1}, r_n, r_{n-1}, \ldots, r_2, r_1, r_0)$.

» S'il y a deux restes R_l et R_{l-1} compris dans le même intervalle (r_k, r_{k-1}), de telle sorte que l'on ait $r_k > R_l > R_{l-1} > r_{k-1}$, puisqu'on a $r_k = r_{k-1} + r_{k-2}$, et que r_k ne contient qu'une fois r_{k-1}, R_l moindre que r_k ne contiendra qu'une fois R_{l-1} qui est plus grand que r_{k-1}; on aura donc $R_l = R_{l-1} + R_{l-2}$, et $R_{l-2} < r_{k-2}$, c'est-à-dire qu'aucun des restes R ne tombera dans l'intervalle (r_{k-1}, r_{k-2}). La même conclusion s'applique aux cas où l'on aurait $(r_k = R_l > R_{l-1} > r_{k-1})$, ou bien $(r_k > R_l > R_{l-1} = r_{k-1}$. Ainsi, les restes R seront distribués entre les termes de la série décroissante des r, de telle sorte qu'ils ne pourront être plus de deux dans un même intervalle, et que tout intervalle *doublé* (ou ayant deux restes R) sera nécessairement suivi d'un intervalle *vacant* (ou sans reste R).

» Supposons qu'une des divisions successives, donnant les restes R, conduise à un quotient plus grand que l'unité, que l'on ait, par exemple, $R_i = 2R_{i-1} + R_{i-2}$. Soient r_{j+1} et r_j les deux termes de la série des r entre lesquels tombe R_i; on aura $R_i - 2R_{i-1} > 0$, $2r_j - r_{j+1} > 0$, et par suite $2(r_j - R_{i-1}) - (r_{j+1} - R_i) > 0$; donc r_j sera plus grand que R_{i-1}. Si R_{i-1}, déjà plus petit que r_j, est aussi moindre que r_{j-1}, l'intervalle (r_j, r_{j-1}) sera vacant. Si R_{i-1} surpasse r_{j-1}, puisqu'on a $r_{j+1} = 2r_{j-1} + r_{j-2}$, $R_i = 2R_{i-1} + R_{i-2}$, et $R_i < r_{j+1}$, il faudra que R_{i-2} soit moindre que r_{j-2}, c'est-à-dire que l'intervalle (r_{j-1}, r_{j-2}) sera vacant. Ainsi, quand l'une des divisions qui conduisent aux restes R donnera un quotient autre que 1, il y aura au moins un intervalle de la série des r qui ne comprendra pas de reste R; et cette lacune ne sera pas compensée par un intervalle *doublé*.

» Donc pour que le nombre des restes $(R_{n'}, R_{n'-1}, \ldots, R_1, R_0)$, qui suivent B, puisse atteindre le nombre des termes qui suivent r_{n+1} dans la série décroissante des r, il faudra que les quotients de toutes les divisions de B par $R_{n'}$, de $R_{n'}$ par $R_{n'-1}$, etc., soient tous l'unité, ainsi que le reste R_0. Alors la série des R se formera, à partir des deux derniers $R_0 = 1$ et R_1, comme celle des r, à partir de $r_0 = 1$ et $r_1 = 2$. Mais R_1 ne pourra être 2; car, si cela était, les deux séries seraient identiques, et l'on aurait $B = r_{n+1}$, ce qui n'est pas, par hypothèse. Ainsi R_1 sera au moins 3, et la série des R, à partir de B, aura, vers la fin, un ou plusieurs termes de moins que la série décroissante des r, à partir de r_{n+1}; c'est-à-dire que le nombre des restes R sera au plus égal au nombre des termes qui précèdent r_n dans la série (1). De là résulte le théorème énoncé.

» Soient pris, pour exemple, les deux nombres 1597 et 987 [16e et

15e termes de la série (1)]. La recherche de leur plus grand commun diviseur se composera de 14 divisions. La limite assignée par le théorème actuel est 15. La limite adoptée dans les traités d'Arithmétique serait 493! »

M. **Cordier** dépose un paquet cacheté.

M. **Dumas** annonce qu'il communiquera dans la prochaine séance une Lettre de M. **Boussingault** relative à des expériences faites par cet académicien sur la respiration des plantes.

RAPPORTS.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Rapport sur les travaux exécutés en Abyssinie par* MM. les capitaines d'état-major **Galinier** et **Ferret**.

(Commissaires, MM. de Mirbel, Beautemps-Beaupré, Duméril, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Élie de Beaumont, Arago rapporteur.)

Histoire du voyage et Itinéraire.

« Dans le courant de l'année 1839, M. le maréchal président du Conseil et Ministre des Affaires étrangères, décida que deux officiers d'état-major, MM. Galinier et Ferret, seraient envoyés en Abyssinie pour étudier les mœurs, les usages, la religion, les institutions politiques et les ressources de toute nature des habitants de ce pays. Ils devaient aussi, pendant leur difficile mission, favoriser autant que possible le commerce d'échange qu'un navire français, *l'Ankober*, désirait établir, sur les côtes de la mer Rouge, avec les négociants abyssins.

» Animés d'un zèle digne d'éloges, MM. Galinier et Ferret résolurent de faire servir leur voyage aux progrès des sciences, et demandèrent à M. le Ministre de la Guerre les instruments qui, sous le rapport de l'Astronomie, de la Géographie et de la Météorologie, pouvaient les conduire au but. Ces instruments leur furent immédiatement fournis. Nous irons certainement au-devant d'un désir de l'Académie, en plaçant ici le tableau des moyens d'observation dont nos jeunes compatriotes pouvaient disposer.

» MM. Galinier et Ferret emportèrent de Paris :

» Un cercle à réflexion, de M. Gambey, de $0^m,49$ de diamètre;

» Un horizon artificiel muni de deux niveaux à bulle d'air;

» Un chronomètre de poche de M. Motel;

» Un théodolite de M. Gambey;

» Une lunette astronomique de 60 millimètres d'ouverture, montée sur un pied convenable;

» Deux boussoles dites de Burnier;

» Trois baromètres: un à cuvette et deux à siphon;

» Dix thermomètres.

» Avant de quitter le Caire les voyageurs se munirent d'un udomètre.

» MM. Galinier et Ferret s'embarquèrent à Marseille, sur un des paquebots de l'État, le 21 octobre 1839. Arrivés en Égypte, ils ne réussirent pas à trouver un drogman qui parlât à la fois le français et l'*amhara*, dialecte généralement en usage dans l'Abyssinie. Joignant la patience à l'ardeur, les deux voyageurs se décidèrent à séjourner au Caire. En huit mois, ils avaient appris l'arabe. Ils purent, dès lors, espérer de se mettre en relations directes avec beaucoup de négociants abyssins; d'ailleurs, les interprètes qui connaissent les deux langues d'Afrique, l'amhara et l'arabe, ne sont pas rares.

» Après avoir traversé le désert de Suez, les deux officiers prirent passage sur une barque non pontée, encombrée d'une foule de pèlerins musulmans allant à la Mecque; ils avaient aussi pour compagnons de route MM. Bel et Rouget, qui se rendaient en Abyssinie, à leurs frais, dans le dessein d'y recueillir des objets d'histoire naturelle.

» Trente-trois jours après leur départ de Suez, nos voyageurs arrivèrent à Djeddah, sur la côte arabique. Ils y restèrent un mois entier; mais ce temps fut loin d'être perdu, car MM. Galinier et Ferret l'employèrent à construire une carte des contrées, presque inconnues, de l'Hedjaz et de l'Acyr. Cette carte se fonde sur un grand nombre d'itinéraires dus à M. Chédufeau, médecin en chef des troupes égyptiennes chargées de protéger les lieux saints, et à M. le colonel Mari, premier aide de camp d'Achmet-Pacha. Elle a été déposée aux archives du Ministère de la Guerre, et ne fait pas partie des documents soumis à l'approbation de l'Académie.

» MM. les officiers d'état-major, accompagnés des deux naturalistes, quittèrent Djeddah le 21 octobre. En neuf jours de navigation ils arrivèrent à Massawah, sur la côte orientale d'Afrique. Une modique somme payée au neyb d'Arkiko, leur ouvrit cette porte du continent; ils franchirent le désert de Samahr, atteignirent, le 23 novembre, *Dixah*, un des premiers villages de l'Abyssinie du côté de la mer Rouge, et se rendirent sans retard à *Adouah*, capitale du *Tigré*. Le roi *Déjats-Oubié* les reçut favorablement et leur permit de visiter ses États.

» Depuis le mois de janvier 1841 jusqu'au mois d'octobre de la même

année, nos deux compatriotes explorèrent avec assez de sûreté une grande partie du Tigré. Plus tard, le roi de cette province et le chef de Gondœr s'étant engagés dans une lutte terrible, toute l'Abyssinie prit part au conflit; ce ne fut alors qu'à force de courage, de persévérance et toujours les armes à la main, que les opérations purent être continuées. Telle est cependant la période durant laquelle MM. Galinier et Ferret portèrent leurs opérations géographiques dans plusieurs districts du Tigré et du Sémen, inconnus jusqu'alors aux Européens; dans les provinces du Waguera, de Gondœr, etc.; sur la côte orientale du vaste lac de Dembéa, jusqu'à 12 degrés de latitude nord.

» Les deux intrépides géographes étaient de retour à Gondœr le 2 mai 1842. A cette époque, leur premier protecteur, le roi de Tigré, ayant été battu et pris, les provinces se révoltèrent et des partis armés se portèrent sur les routes pour intercepter les communications. En cet état de choses, il ne semblait possible ni de rien faire d'utile dans le pays ni de rejoindre les côtes de la mer Rouge. Cependant, MM. Galinier et Ferret tentèrent audacieusement de retourner à Massawah. Ils ne suivirent pas tous deux la même route, afin de ne point jouer sur un seul coup de dé, les fruits d'une laborieuse entreprise. Celui des deux voyageurs qui prit par *Dixah*, vit ses porteurs arrêtés et pillés près du *Tarenta*. Heureusement les voleurs, ne faisant aucun cas des papiers, les dispersèrent sur leur chemin. On les retrouva tous, après plusieurs jours de recherches, à l'exception de quelques itinéraires et des observations de longitude faites à Gondœr. On perdit aussi, dans cette conjoncture, des herbiers et des bocaux remplis d'insectes.

» MM. Galinier et Ferret n'arrivèrent à *Massawah* que le 20 août 1842. Ils auraient bien désiré s'y reposer de leurs fatigues : une chaleur qui, dans les maisons, allait de 48 à 52 degrés centigrades à midi, rendait le séjour de cette ville insupportable. Nos jeunes compatriotes la quittèrent donc de suite, et, après cinquante-deux jours de navigation sur la mer Rouge, ils débarquèrent à *Cosseïr*. De là, nous les voyons traverser le désert pour se rendre à Thèbes; puis, descendre le Nil jusqu'au Caire. Le 22 décembre, MM. Galinier et Ferret s'embarquaient à Alexandrie; le 23 janvier 1843, ils arrivaient en France.

» Le voyage dont nous avons à rendre compte, avait duré en tout trois ans et quatre mois. Le séjour en Abyssinie entre dans ce total pour vingt mois.

» L'itinéraire que nous venons de tracer, donnerait une idée très-imparfaite des difficultés au milieu desquelles MM. Galinier et Ferret exécutèrent

leurs travaux. Nous ajouterons, pour disposer l'Académie à l'indulgence, au cas où sur quelques points l'indulgence deviendrait nécessaire, que dans plusieurs régions de l'Abyssinie le climat épargne rarement les Européens. La relation que nous avons sous les yeux ressemble vraiment à un nécrologe.

» A peine entrés à *Adouah*, MM. Galinier et Ferret durent voler au secours de M. Dilon, voyageur du Jardin des Plantes, qui était malade dans la province de *Chiré*. Ils n'arrivèrent que pour l'enterrer, ainsi que quatre de ses domestiques.

» Dans le mois d'octobre une dyssenterie affreuse leur enlevait M. Rouget.

» Huit jours plus tard, ils confiaient encore à la terre M. Schœfner, sous-officier d'artillerie, qui s'était rendu en Abyssinie avec M. Lefèvre.

» Et, comme si ce n'était pas assez des ravages de la maladie, deux coups de lance presque mortels condamnèrent M. Bel à un repos absolu et de très-longue durée.

Travaux relatifs à la carte géographique du Tigré et du Sémen.

» Le principal fruit de l'expédition de MM. Galinier et Ferret sera la carte d'une portion assez étendue de l'Abyssinie. Réduits, en général, par les circonstances, aux méthodes employées dans les reconnaissances militaires, ces deux officiers virent, judicieusement, que le seul moyen d'éviter les erreurs, souvent considérables, de ce genre de levé, serait de tout rattacher à des points fixés astronomiquement. Ces points sont les fondements réels de la carte. Il importe donc d'examiner avant toute chose, à quelle précision on a pu atteindre dans la détermination de leurs latitudes et de leurs longitudes.

» Nous trouvons dans les manuscrits de l'expédition, neuf points dont les latitudes reposent sur des observations astronomiques. Ces villes ou villages sont:

» Adouah, Axoum, Adde-Casti, Intetchaou, Adde-Bahro, Faras-Saber, Add' Igrat, Tchélicot, Gondœr.

» L'examen des résultats partiels prouve que les latitudes de ces neuf points ont été déterminées avec toute la précision désirable. Cela ne nous a pas empêchés de chercher des vérifications dans les ouvrages de Bruce, de Salt, et, plus particulièrement encore, dans le voyage de Rüppell. Les latitudes de quatre villes, Axoum, Gondœr, Tchélicot, Add' Igrat, comparées aux résultats de MM. Galinier et Ferret, présentent des différences d'environ une minute. On pourrait donc les attribuer, en grande partie, à un défaut d'identité entre les stations choisies par les divers voyageurs, dans des enceintes

étendues portant un nom commun. Cette explication ne saurait être admise pour *Adouah:* la latitude donnée par Salt paraît évidemment trop forte.

» Dans les points de l'Abyssinie déterminés astronomiquement en longitude, nous remarquons d'abord *Intetchaou.*

» La longitude d'Intetchaou se fonde sur de nombreuses séries de distances de la Lune au centre de Jupiter, observées à l'aide d'un cercle répétiteur à réflexion de M. Gambey. Ces observations, réparties sur dix jours compris entre le 30 mai et le 3 juillet 1841, donnent définitivement $2^h 27^m 31^s$. Le plus fort résultat partiel surpasse la moyenne de $1^m 25^s$; le plus faible est inférieur à cette même moyenne de 59 secondes de temps. Ces nombres, transformés en arcs, deviennent respectivement : 21′ 15″ et 14′ 45″.

» Des erreurs de plus d'un tiers de degré autour de la moyenne semblent considérables. Voyons, cependant, à combien s'élèvent les discordances, dans des déterminations analogues obtenues par des observateurs renommés. Il ne serait pas juste de prendre ces termes de comparaison chez des astronomes de profession, ayant disposé d'instruments de grandes dimensions, solidement et commodément établis. Nous les chercherons dans le voyage de d'Entrecasteaux, parmi les longitudes dues à M. de Rossel et à ses collaborateurs. Après avoir cité de pareilles autorités, personne ne nous accusera d'avoir manqué de sévérité dans l'appréciation des travaux de MM. Galinier et Ferret.

» A *Amboine,* nous trouvons, parmi les longitudes déduites de distance de la Lune au Soleil, un résultat qui diffère de la moyenne de près de 24 minutes de degré.

» *Au Port du sud de la terre de Van-Diemen,* une des longitudes diffère de la moyenne, de plus de 24 minutes.

» *A Tongatabou,* nous voyons une longitude qui surpasse la moyenne de plus de 26 minutes.

» Ces nombres sont la justification pleine et entière des discordances qui existent dans les séries de longitudes que MM. Galinier et Ferret ont obtenues à l'aide des distances lunaires. Il importe, en toute matière, de ne pas décourager par des exigences excessives les hommes consciencieux. On ne sortirait pas des limites de la vraisemblance, en supposant que de telles exigences ont, plus d'une fois, conduit des voyageurs inquiets et vaniteux, à altérer leurs observations.

» MM. Galinier et Ferret mirent à profit l'occultation d'une étoile du Taureau, qui arriva le 27 février 1841, pour déterminer la longitude de *Adde-Casti.* Les calculs très-délicats de cette observation nous paraissent avoir été faits avec toute l'exactitude requise.

» La longitude d'*Axoum* repose sur l'observation des trois phases de l'éclipse de lune du 6 février 1841, et sur trois observations d'immersion ou d'émersion du premier satellite de Jupiter.

» Les résultats déduits des phases de l'éclipse lunaire s'accordent entre eux tout autant qu'il était permis de l'espérer. Leur moyenne n'est inférieure que de 6 minutes de degré à la longitude fournie par les satellites de Jupiter.

» Nous parlerons des longitudes chronométriques rapportées à *Intetchaou*, à *Adde-Casti* et à *Axoum*, pour dire seulement qu'elles ont été déterminées avec tous les soins commandés par l'état actuel des sciences géographiques.

» Où est la source mystérieuse du Nil? Cette question, depuis la plus haute antiquité, a beaucoup occupé les voyageurs et les géographes. Peut-être suffirait-il de la poser nettement, conformément aux strictes règles de la logique, pour découvrir qu'elle est complétement résolue; que le Soudan, que l'Abyssinie tout entière, et non telle ou telle localité circonscrite, doivent être considérés comme la source tant cherchée. Si l'on voulait remonter jusqu'aux lieux où les eaux que roule le fleuve égyptien sortent de terre au pied de quelques rochers, les bifurcations nombreuses des rivières de l'ancienne Éthiopie mettraient bientôt l'explorateur rigide dans l'embarras. Malgré ce qu'a dit le poëte (Lucain), *il a été permis à l'homme de voir le Nil faible et naissant*.

» Quoi qu'il en puisse être de ces remarques, les travaux de MM. Galinier et Ferret concernant le système général des rivières de l'Abyssinie, conserveront un véritable intérêt.

» Une chaîne venant de l'isthme de Suez longe, pour ainsi dire, la mer Rouge et divise le pays qu'elle traverse en deux régions. L'une de ces régions porte ses eaux au golfe Arabique; l'autre, beaucoup plus vaste, les verse dans le Nil égyptien, par un nombre considérable de rivières.

» MM. Galinier et Ferret tracent à grands traits, d'après leurs propres observations, la ligne de partage des deux versants, depuis Suez où elle n'a que quelques mètres de hauteur, jusqu'aux immenses montagnes du Lasta, par 12 degrés de latitude nord. Ils prolongent ensuite cette ligne de faîte, en s'aidant de renseignements empruntés à d'autres voyageurs, et atteignent ainsi les montagnes *Gara-Gorfou* qui séparent le bassin du *Nil* de celui de l'*Aouach*.

» Les rivières de l'Abyssinie avaient été très-imparfaitement tracées. MM. Galinier et Ferret feront subir, à cet égard, des rectifications importantes aux cartes les plus estimées. C'est ainsi, par exemple, que l'*Assam*, c'est-à-dire la rivière qui baigne la capitale du *Tigré*, est représenté par nos compatriotes, se dirigeant au sud, tandis que leurs prédécesseurs, M. Rüppell

excepté, la faisaient couler vers le nord. Le cours du *Mareb*, rivière beaucoup plus considérable que l'*Assam*, n'était guère mieux déterminé; nos voyageurs ont remonté le *Mareb* jusqu'à sa source et fixé en longitude et en latitude la position de ce point important. Naguère, on ne connaissait l'*Ouarié*, le *Guébah*, l'*Aroquoa* que de nom; MM. Galinier et Ferret peuvent tracer ces divers cours d'eau avec une certaine précision, depuis leur origine jusqu'à la rivière qui les absorbe.

» Le *Tacazé, un des Nils de l'Abyssinie*, si l'on nous permet cette expression, a été, comme de raison, l'objet d'une étude très-attentive de la part de MM. Galinier et Ferret. Ils en déterminent le cours, soit d'après leurs propres observations, soit d'après les relations verbales qu'ils ont recueillies; ils prennent la rivière à sa source, et la conduisent jusqu'à sa rencontre avec le Nil proprement dit, dans le Sennaar.

» Tout ce que nous avons rapporté jusqu'ici sur des longitudes, des latitudes, sur des cours d'eau, ne constitue pour la carte d'Abyssinie qu'un nombre très-borné de repères, de points de contrôle. Mais nos voyageurs ont présenté à l'Académie une carte complète et détaillée des provinces du *Tigré* et du *Sémen*. Comment ce vaste cadre a-t-il été rempli? La réponse se trouve dans un Mémoire manuscrit que la Commission a eu sous les yeux, et où les deux officiers d'état-major développent la série de leurs opérations. Ce Mémoire commande la confiance. MM. Galinier et Ferret y exposent les méthodes trigonométriques qu'ils auraient désiré employer; les procédés expéditifs, mais moins exacts, dont ils furent réduits à faire usage; les divers moyens de vérification qu'ils réussirent à se procurer, soit en ordonnant les opérations d'une manière convenable, soit en recourant à des observations antérieures de notre compatriote M. d'Abbadie. Tout, dans ce travail, dénote la plus entière bonne foi; le Mémoire explicatif sera le digne complément de la carte gravée.

» Le membre de la Commission auquel était plus particulièrement dévolu le soin d'examiner les fruits géographiques de l'expédition d'Abyssinie, a eu dans les mains plusieurs des plans topographiques dessinés sur les lieux. L'étude de ces plans, les explications verbales données par les deux voyageurs, ne lui permettent pas de douter que les formes du terrain n'aient été rendues dans la nouvelle carte avec une grande vérité. La Commission, néanmoins, s'associe à M. Beautemps-Beaupré dans l'expression d'un regret : elle aurait désiré que des circonstances plus favorables eussent permis à MM. Galinier et Ferret de joindre à leurs croquis quelques vues développées sous forme de panoramas. Ces vues, lorsqu'on y inscrit les *distances angulaires* de tous les

points remarquables, observées au théodolite, et l'orientation exacte d'un de ces points, obtenue astronomiquement ou avec une boussole, préviennent une foule d'erreurs occasionnées par l'ignorance des guides, et ont, en outre, l'avantage inappréciable de pouvoir être consultées utilement dans tous les temps. Qu'on ne s'y trompe pas: cette remarque est beaucoup moins une légère critique du travail de MM. Galinier et Ferret, que la recommandation la plus expresse d'une méthode presque généralement négligée.

» La Commission n'entrera dans aucun détail sur l'exécution matérielle de la carte de MM. Galinier et Ferret; elle fera mieux : la carte passera sous les yeux de l'Académie. Chacun pourra ainsi se former une idée exacte des progrès dont les méthodes topographiques sont redevables à notre corps d'état-major.

Nivellement barométrique des principaux points du Tigré et du Sémen.

» Au nombre des résultats les plus intéressants de l'expédition de MM. Galinier et Ferret, il faut ranger, sans contredit, la détermination barométrique de la hauteur de diverses montagnes de l'Abyssinie. Cette détermination ne reposant point sur des observations rigoureusement correspondantes, il ne sera pas superflu d'indiquer ici la méthode approximative à laquelle, dominés par les difficultés de leur position, nos deux voyageurs ont dû se borner.

» Pendant leur séjour à *Arkiko* le 10 novembre 1840, MM. Galinier et Ferret déterminèrent la température de l'air et la hauteur du baromètre au niveau de la mer, à 11 heures, à midi, à 1 heure et à 2 heures. Cinq jours après, ils observèrent, aux mêmes époques de la journée, sur le Tarenta. Prenant les résultats du 10 pour ce qu'on aurait trouvé, le 15, au bord de la mer, nos voyageurs calculent la hauteur du Tarenta; cette hauteur est de 2 539 mètres.

» A quelle erreur est-on exposé, sous le climat d'Abyssinie, par le manque de simultanéité dans les observations? MM. Galinier et Ferret abordent la question de cette manière :

» Pendant le voyage d'*Arkiko* au sommet du Tarenta, on s'est arrêté successivement à *Ouéha,* à l'entrée de la vallée d'*Hammamo* et au *pied de la montagne*. On peut donc décomposer la hauteur totale du sommet en quatre parties distinctes, en quatre échelons déterminables barométriquement à l'aide d'observations, sinon rigoureusement correspondantes, du moins séparées par des intervalles de temps assez petits. La hauteur trouvée ainsi est de 2 547 mètres; c'est seulement 9 mètres de plus que n'avait donné la compa-

raison directe des observations du *Tarenta* avec celles du bord de la mer à *Arkiko*.

» Encouragés par cet accord si satisfaisant, nos voyageurs ont suivi la même méthode pendant toute leur opération de nivellement : chaque station s'y trouve invariablement rapportée à celle qu'on avait quittée peu de temps auparavant.

» Dans le tableau circonstancié renfermant les altitudes déduites des observations barométriques, nous trouvons divers résultats qui nous semblent devoir intéresser l'Académie.

» Ce tableau nous apprend :

Que *Adouah*	(capitale du Tigré.............)	est à 1 900 mèt. au-dess. du niv. de la mer.
Que *Intetchaou*	(village du district de ce nom.)	est à 2 150
Que *Axoum*	(la ville aux grandes ruines.......)	est à 2 170
Que *Dixah*	(un des premiers villages de l'Éthiopie en venant de la mer Rouge...)	est à 2 200
Que *Add'Igrat*	(capitale de l'Agamé..........)	est à 2 470
Que *Atsbi*	(grand marché de sel dans l'Agamé.)	est à 2 700

» Dans le Sémen, nos jeunes compatriotes ont gravi une montagne remarquable située par 13 degrés de latitude nord; elle s'appelle *le Detjem*.

» Le *Detjem* a 4620 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer, suivant la détermination barométrique de MM. Galinier et Ferret. Le *Detjem* n'est donc inférieur que d'environ 200 mètres au *Mont-Blanc* des Alpes de la Savoie; il s'élève presque à la hauteur du *mont Rose*, et surpasse de 250 mètres le *Finsterarhorn* des Alpes bernoises.

» Cédant à de simples aperçus, les voyageurs qui, avant MM. Galinier et Ferret avaient visité le *Sémen*, s'étaient grossièrement trompés sur la hauteur de ces montagnes. Les missionnaires jésuites affirmaient jadis que les Alpes, à côté des montagnes d'Abyssinie, paraîtraient de simples *taupinières*; de leur côté, quelques voyageurs modernes classaient le *Detjem* au-dessous des Pyrénées. Une *mesure* a fait justice de ces deux *appréciations*, erronées en sens inverse. Ce ne sera pas là son seul avantage : elle fera disparaître de la science de très-fausses notions sur la hauteur des neiges perpétuelles en Afrique. On peut conclure, en effet, des observations de MM. Galinier et Ferret, qu'il y a constamment des neiges sur le *Sémen*, tantôt sur le versant méridional, tantôt sur le versant opposé, et cela suivant les saisons. Le sommet de la montagne affleure donc la région de la congélation perpétuelle.

» Nous n'irons pas plus loin, quoiqu'il y eût plus d'une considération à

signaler sur cet objet important, touchant l'influence des plateaux larges et élevés d'où s'élancent les pics des montagnes d'Abyssinie; touchant le rôle des pluies périodiques et des nuages dont le ciel est couvert à certaines époques de l'année. Laissons le plaisir et l'avantage de discuter les observations, à ceux qui les ont faites au prix de tant de fatigues et de dangers.

» Nos deux géographes ont vu de loin, seulement, les montagnes de la province abyssinienne du *Lasta*. Ils les croient plus élevées que celles du Sémen. On doit désirer qu'une région aussi curieuse soit prochainement explorée par des voyageurs européens instruits, et pourvus de moyens d'observation convenables.

Météorologie.

» La météorologie se sera enrichie, par le voyage de MM. Galinier et Ferret, d'une série très-développée d'observations barométriques et thermométriques, faites à *Adouah*, à *Axoum* et à *Intetchaou*, depuis le 2 décembre 1840 jusqu'au 9 août 1841; de la mesure de la quantité de pluie tombée dans le *Tigré* en 1841, à 2150 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer; de quelques observations isolées faites à *Suez*, à *Djeddah* et à *Massouah*, sur les bords de la mer Rouge.

» Les observations de la variation diurne du baromètre, faites sur *les* PLATEAUX *d'Adouah, d'Axoum, d'Intetchaou*, confirmeront, autant qu'on peut le déduire d'un premier aperçu, l'interprétation physique qu'un de nous a donnée de l'absence de variation diurne au *Saint-Bernard*. Les 78 centimètres d'eau recueillis à *Intetchaou*, d'avril à septembre, expliqueront comment le *Tacazé* qui, dans certaines saisons, n'a pas la profondeur de 1 mètre, s'élève, à d'autres époques, jusqu'à 5 ou 6 mètres au-dessus de son niveau ordinaire. La lecture attentive du registre météorologique montrera que la saison des pluies périodiques pourrait, à aussi juste titre, être appelée la saison des orages.

» Le météorologiste veut-il, en compulsant les registres de l'expédition, reconnaître si le changement diurne de la température a de l'influence sur le grand phénomène des pluies? L'extrême régularité de ce phénomène le frappe : dans le mois de juillet il voit le soleil tous les matins; vers midi le ciel se couvre, pendant que les vents d'est ou de sud-est commencent à souffler; vers 2 heures le tonnerre gronde, le vent augmente de force et la pluie tombe par torrents; avant le coucher du soleil le ciel s'éclaircit et les nuits sont souvent très-belles. Pendant le mois d'août, cette régularité est déjà troublée : il pleut alors à toute

heure et quelquefois toute la journée; les pluies cessent à la fin de septembre.

» Veut-on savoir si, en dehors de la latitude astronomique des lieux, les montagnes d'une part, et le sol plus ou moins sablonneux de l'autre, exercent un rôle actif ou passif sur la production des pluies périodiques? Le passage suivant, emprunté aux registres de MM. Galinier et Ferret, tranchera la question :

« Pendant que les pluies périodiques tombent avec violence en Abyssinie, un soleil brûlant darde librement ses rayons perpendiculaires sur » le *Dankali*, situé de l'autre côté de la ligne de faîte, entre la première » chaîne de montagnes abyssiniennes et la mer Rouge, et lui communique une température insupportable. C'est seulement lorsque le haut » pays est suffisamment arrosé et rafraîchi, que quelques rares nuages vont » s'épancher sur une contrée qui semble maudite, et remplir des citernes » creusées au milieu des rochers, seule ressource des populations nomades, » pendant la longue saison de la sécheresse. » Le royaume d'*Adel* n'a pas non plus de véritables pluies périodiques. Sous ce rapport, son climat ne contraste pas moins avec celui des hautes régions de l'Abyssinie, que le climat du *Dankali*.

» La température d'*Intetchaou*, obtenue par les deux voyageurs à l'aide d'un thermomètre enfoncé dans la terre, sera un nouvel avertissement, touchant les erreurs auxquelles s'exposent les physiciens, quand ils essayent de déterminer, à l'aide d'observations faites sur des plateaux, la loi de décroissement de la chaleur pour l'atmosphère libre.

» Les observations barométriques de *Djeddah*, contrôlées sur un instrument comparé, serviront, malgré leur petit nombre, à décider dans quelle catégorie de régions terrestres les rives de la mer Rouge doivent être rangées, sous le point de vue de la pression atmosphérique.

» Nous avions espéré un moment que les hauteurs barométriques de *Suez* pourraient servir à confirmer les idées reçues, touchant une différence de niveau entre la mer Rouge et la Méditerranée. Mais cette différence est trop petite pour ne pas exiger des observations rigoureusement correspondantes.

» Les physiciens, les chimistes et les géologues sauront gré à MM. Galinier et Ferret d'avoir profité de leur voyage à *Tor*, pour déterminer exactement la température de la source chaude de *Gebel-Pharaon*. Cette température était de + 68 degrés centigrades. Au milieu des vapeurs qui remplissaient la grotte, le thermomètre marquait + 43 degrés.

» Nous avons signalé, avec une satisfaction réelle, toutes les observations

relatives à la Géographie, à la Physique du globe, à la Météorologie, dont le monde savant sera redevable à MM. Galinier et Ferret. Plus ces jeunes officiers ont montré de courage, de zèle, d'habileté, et plus nous avons regretté de trouver dans leurs travaux une immense et déplorable lacune : l'expédition d'Abyssinie ne fournira pas une seule donnée au magnétisme terrestre! Cependant, nulle part des observations d'inclinaison n'auraient été plus utiles pour compléter le tracé de l'équateur magnétique, pour substituer des déterminations directes aux résultats de simples interpolations; cependant, des observations d'intensité et de variations diurnes, par de si grandes hauteurs au-dessus du niveau de la mer, par de si petites latitudes magnétiques, auraient eu un immense intérêt. Mais, dans le programme du voyage, cette branche aujourd'hui si importante de la physique terrestre fut totalement oubliée : nos deux jeunes voyageurs ne reçurent, en partant, ni boussole de variations, ni boussole d'inclinaison! Puisse cette expression non déguisée des regrets de la Commission, prévenir le retour d'une faute qui sera si préjudiciable aux sciences!

Géologie.

» La partie géologique du grand travail que MM. les capitaines Galinier et Ferret ont soumise au jugement de l'Académie, se compose d'une carte du *Tigré* et du *Sémen*, coloriée géologiquement; de neuf coupes de terrain, également coloriées, et d'un Mémoire intitulé : *Description géologique du Tigré et du Sémen.*

» Pour rédiger cette description d'une partie importante de l'Abyssinie; pour dresser la carte ainsi que les coupes géologiques qui l'accompagnent, MM. Galinier et Ferret ont recueilli sur les lieux un grand nombre d'échantillons, actuellement déposés au Jardin des Plantes, relevé des coupes et formé une collection de Notes. Après le retour en France des deux voyageurs, M. H. Rivière a bien voulu s'associer à eux pour tout coordonner suivant les lumières de la science.

» Ce travail, qui offre à un si haut degré le mérite de la nouveauté, présente également celui de la méthode et de la clarté. Nous pensons qu'il sera lu par les géologues avec un véritable intérêt, comme donnant, dans un cadre resserré, des idées précises sur une contrée dont la constitution géologique était totalement inconnue avant le voyage de MM. Galinier et Ferret.

» La constitution géologique de l'Abyssinie est très-variée. Il résulte, en effet, des observations de nos deux compatriotes, élaborées avec soin et in-

telligence par M. Rivière, que le Tigré et le Sémen présentent des roches appartenant aux termes les plus divers de la série géologique. Ainsi, MM. Galinier et Ferret ont trouvé, dans le pays des *Chohos*, dans le Tigré, etc., 1° les terrains appelés *primaires*, représentés par des *granites*, des *gneiss*, des *micaschistes*, des *protogines* et des *talcschistes*; 2° les terrains dits de *transition*, représentés par des *phyllades*, des *grauwackes*, des *grès*, des *calcaires*, etc. A la limite du *Tigré* et du pays des *Taltals*, nos deux voyageurs ont observé des terrains secondaires qui paraissent devoir être rapportés au *trias* et au *terrain jurassique*. Enfin, les périodes tertiaires et modernes sont représentées sur les *bords de la mer Rouge*, dans le *Tigré*, dans le *Sémen*, dans le *Chiré*, etc., par des dépôts sédimentaires variés et par de grands massifs de roches éruptives trachytiques et basaltiques, indépendamment des terrains en grandes masses qui forment la charpente du pays. MM. Galinier et Ferret citent encore un nombre considérable de volcans éteints, de sources thermales, de mines de fer, de sel gemme (dont les Abyssins, par parenthèse, font une monnaie), de combustibles fossiles, etc. Leur attention s'est également portée sur les différents systèmes de soulèvements qui ont affecté le sol. En un mot, le travail que nous avons été chargés d'examiner, considère la constitution géologique de l'Abyssinie sous tous les points de vue. Cependant, il est très-succinct, eu égard à l'étendue du pays et à la variété d'objets qu'on y trouve. C'est que les auteurs se sont interdit, avec raison, les développements qui les auraient exposés à sortir du cadre tracé par des faits exactement observés. Cette réserve est, à nos yeux, un mérite de plus. Pour analyser avec plus d'étendue la carte géologique de l'Abyssinie, il nous faudrait entrer dans des détails orographiques et topographiques qui nous entraîneraient trop loin.

» Il est bien désirable que MM. les deux capitaines d'état-major Galinier et Ferret puissent faire convenablement graver leur intéressante *carte géologique du Tigré et du Sémen*, et que M. Rivière trouve aussi dans cette publication, la récompense des soins qu'il s'est donnés pour mener à bonne fin un si important travail.

Ornithologie.

» Nos deux compatriotes ne pouvaient guère espérer de faire des découvertes réelles en ornithologie, dans un pays qui, avant eux, avait été visité par M. Rüppell, un des plus célèbres zoologistes de l'Allemagne. On doit, néanmoins, féliciter MM. Galinier et Ferret, du soin qu'ils ont pris de recueillir un grand nombre d'oiseaux et de les rapporter en bon état. La collection a été remise à MM. Guérin-Méneville et de Lafresnaye, qui en ont

dressé le catalogue. Le travail de ces deux naturalistes, fait avec beaucoup de soin et d'exactitude, est purement relatif à la distinction et à la synonymie des divers oiseaux confiés à leur examen. Quelques espèces y sont seulement mentionnées. Il en est d'autres que les auteurs du catalogue caractérisent, soit par une phrase latine, soit avec plus de détail. On remarque dans le nombre, des espèces qui avaient échappé à l'explorateur habile et zélé de l'Abyssinie, et quelques notions qu'on ne trouve pas non plus dans les écrits de M. Rüppell. Plusieurs planches ont été mises sous les yeux de la Commission : elles sont d'une belle exécution.

» Nous espérons qu'au moment de publier cette partie des travaux de l'expédition, MM. Galinier et Ferret n'oublieront pas de l'enrichir des faits qu'ils ont dû recueillir, concernant les habitudes, les mœurs des oiseaux dont se compose leur collection. Rien ne pourrait suppléer à ces détails, rien ne saurait remplacer les notes écrites sur les lieux par nos deux voyageurs.

Entomologie.

» MM. Galinier et Ferret ont également porté leur attention sur tout ce qui pouvait contribuer aux progrès des diverses branches des connaissances humaines. La collection d'insectes d'Abyssinie que la Commission a eue sous les yeux est fort remarquable. Elle a d'ailleurs été déjà l'objet d'un examen approfondi de la part de MM. Marchal, Reich et Spinola. M. Marchal a donné tous ses soins à la description des orthoptères et des lépidoptères. M. Reich s'est chargé des coléoptères, et, avec la coopération de M. le marquis de Spinola, des hémiptères et des héminoptères. Ce travail a fait reconnaître cent quarante espèces tout à fait nouvelles. La description de chacune d'elles est méthodique et complète, en latin et en français. Les genres auxquels ces espèces sont rapportées, ne diffèrent pas, si ce n'est dans de rares exceptions, de ceux qu'adoptent les entomologistes les plus renommés et les plus modernes. Les figures, bien dessinées et exactement coloriées, formeront un atlas que les naturalistes consulteront avec intérêt et profit.

» Ici encore nous aurions à signaler l'absence presque complète d'observations sur les mœurs et les habitudes des insectes d'Abyssinie, si nous n'étions convaincus que MM. Galinier et Ferret possèdent, dans leurs notes manuscrites, les moyens de combler la lacune. Nous avons un garant certain de l'attention que nos deux voyageurs auront donnée à cette partie si intéressante de l'histoire naturelle : nous voulons parler des démarches actives qu'ils firent auprès des Abyssins de toutes les classes, dans la vue de tracer une histoire exacte de la *fameuse mouche de Bruce*; de cet insecte, proba-

blement fabuleux, dont le voyageur écossais parlait en ces termes : « Il faut » l'avouer, les monstres énormes des forêts, l'éléphant, le rhinocéros qui ha- » bitent l'Abyssinie, sont bien moins redoutables que la mouche. La vue de » cet insecte, que dis-je? son bourdonnement, répand plus de terreur et de » désordre parmi les hommes et les animaux, que ne le feraient toutes les » bêtes féroces de ces contrées, fussent-elles deux fois plus nombreuses » qu'elles ne le sont aujourd'hui. »

Botanique.

» Pour apprécier le tribut que l'expédition de MM. Galinier et Ferret apportera à la botanique, la Commission n'a eu sous les yeux qu'une Note des deux voyageurs et quelques remarques de M. Raffeneau-Delile.

» On voit dans la Note, que le nombre des plantes récoltées s'élevait primitivement à 600; mais, qu'après une fâcheuse rencontre sur le *Tarenta* et le pillage qui s'ensuivit, la collection fut réduite à 250 espèces, parmi lesquelles le savant professeur de Montpellier estime qu'on en trouvera 60 d'entièrement nouvelles.

» MM. Galinier et Ferret portèrent une attention particulière sur les plantes dont les habitants du *Tigré* et du *Sémen* tirent un parti avantageux.

» Ces plantes, en les désignant par les noms qu'on leur donne dans le pays, sont:

» 1°. Le *Gotho*, nouvelle espèce de sycomore, que MM. Galinier et Ferret ont désigné sous le nom de *Ficus panificus*, parce que l'écorce réduite en poudre sert à faire du pain.

» 2°. *Une espèce nouvelle de caféier*, dont le fruit est très-bon, très-estimé même des Arabes. Ce café est, en Abyssinie, l'objet d'un grand commerce; ses habitants le vendent dans les différents ports de la côte occidentale de la mer Rouge, d'où il est transporté en Arabie, et vendu ensuite dans le monde sous le nom magique de café de Moka.

» 3°. L'*Endot*, arbuste saponifère, haut de $1^m,3$ à $1^m,6$. Les fruits de l'Endot, desséchés au soleil et réduits en poudre dans un mortier en bois, forment dans l'eau une pâte employée à laver le linge. Cette pâte produit une écume semblable à celle du savon d'Europe; elle blanchit très-bien les étoffes sans endommager les couleurs. Cet arbuste croîtrait très-bien dans l'Algérie.

» 4°. *Un arbuste* dont les branches sont mises en infusion dans un mélange d'eau et de miel. Le tout, exposé ensuite pendant deux jours à la chaleur du feu ou du soleil, donne un hydromel extrêmement agréable à boire.

» 5°. Le *Belbelta*. Ses graines, pilées et bouillies dans l'eau, constituent un

remède très-énergique contre le ver solitaire dont les Abyssins, hommes, femmes et enfants, sont presque tous affligés. Ils emploient la graine du belbelta avec autant de succès que le Cosso, dont MM. Galinier et Ferret ont rapporté aussi plusieurs échantillons.

» 6°. Le *Tombough*. Son écorce, réduite en poudre, sert également contre le ver solitaire.

» 7°. L'*Oungoullé*. Le fruit de l'oungoullé, réduit en poudre et dissous dans l'urine de vache, sert à enlever le poil des peaux de bœuf.

» 8°. Une espèce de plante dont la bulbe se mange comme un fruit et est très-estimée des Abyssins.

» 9°. Le *Karos*. L'écorce et les feuilles du karos, mêlées à l'écorce et aux feuilles d'un arbrisseau appelé dans le pays *Amba-ambo*, servent à teindre les cuirs d'un très-beau rouge.

» 10°. Un petit arbrisseau appelé *Tchaad*, différent de celui de l'Yémen. Les feuilles du tchaad remplacent assez bien le thé et produisent une excitation très-grande.

» 11°. Une nouvelle espèce d'*indigo* que MM. Galinier et Ferret ont trouvée dans le pays des Chohos, et qui paraît être très-riche en couleur.

» 12°. Enfin, plusieurs échantillons d'arbres inconnus dans nos contrées, dont le port est majestueux, le tronc fort gros et le bois très-dur. L'*Ayé*, par exemple, nécessite pour être travaillé les instruments les mieux trempés. On pourrait l'employer très-avantageusement à faire les dents des roues d'engrenage.

» M. Raffeneau-Delile s'est attaché à nommer exactement toutes les plantes de l'herbier de MM. Galinier et Ferret. Ce travail tire à sa fin. Vingt plantes choisies ont été dessinées avec une rare perfection. M. Delile a vu, dans les espèces confiées momentanément à son examen, les moyens de décider plusieurs questions intéressantes. Ses observations, par exemple, compléteront l'histoire du *Poa abyssinica*, graminée dont le grain est si petit qu'on le prendrait pour du sable fin.

» Aucune contrée au monde ne se prête mieux que l'Abyssinie à des recherches sur la géographie botanique. En parcourant ses plateaux échelonnés; en s'élevant sur la croupe des montagnes, MM. Galinier et Ferret ont toujours marqué la hauteur et la température approximative de la localité où ils ramassaient une plante pour leur herbier. C'est aussi, le baromètre à la main, que ces infatigables explorateurs ont déterminé les limites supérieures où cesse la végétation des graminées, des arbustes, des arbres; et parmi

ceux-ci, des acacias, des cossos, des genévriers, des colqualls, des sycomores, des dattiers, des baobabs, des tamarins, etc.

» Les graines que MM. Galinier et Ferret rapportaient en France, ont été perdues dans un naufrage. Espérons que ce malheur sera bientôt réparé et qu'un second envoi, déjà ménagé par les deux voyageurs avant leur départ d'Abyssinie, arrivera cette fois à bon port.

» La Commission s'est assurée que les collections de tout genre formées en Abyssinie par les soins de MM. Galinier et Ferret, seront scrupuleusement déposées au Muséum d'histoire naturelle. Cette remarque ne paraîtra pas superflue, à une époque où tant de personnes, dit-on, oublient que les objets recueillis pendant les voyages exécutés aux frais de l'État, appartiennent à l'État, toute réserve faite, néanmoins, relativement au remboursement des dépenses que des achats peuvent avoir occasionnées. Si les Commissions futures de l'Académie portent sur ce point capital une attention scrupuleuse et sévère, on cessera de voir de très-belles collections, écrémées dans certains de nos ports, au profit d'amateurs en crédit ou de riches marchands; des pièces uniques et d'une valeur scientifique inestimable, ne sortiront plus de navires français pour aller directement dans des cabinets particuliers ou même à l'étranger; enfin, notre Musée national restera le premier de l'Europe.

Conclusions générales.

» Tous les chapitres du Rapport dont l'Académie vient d'entendre la lecture, offrent des preuves manifestes du courage, du zèle éclairé, de l'esprit d'entreprise qui animaient MM. Galinier et Ferret pendant leur voyage en Abyssinie. Placés presque toujours dans des circonstances très-difficiles, ces jeunes officiers ont fait tout ce que les sciences pouvaient attendre d'eux. Nous regrettons vivement que nos usages nous interdisent de provoquer une démarche directe, tendant à demander pour les deux hardis voyageurs, des récompenses qu'ils ont largement méritées. Nous avons, du moins, la certitude que l'Académie voudra bien appuyer sa Commission, lorsqu'elle émettra le vœu que des travaux si neufs, si intéressants, si utiles, si laborieusement exécutés, soient mis, le plus promptement possible, sous les yeux du public. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

BOTANIQUE. — *Rapport sur les travaux de* M. **Hardy**, directeur de la pépinière centrale en Algérie.

(Commissaires, MM. de Mirbel, Richard, Ad. Brongniart, Payen rapporteur.)

« M. le maréchal Ministre de la Guerre a désiré que l'Académie examinât les divers rapports de M. Hardy relativement à des essais de culture en Algérie, que les faits les plus intéressants fussent signalés, et qu'enfin l'Académie indiquât les améliorations dont ces importants travaux seraient susceptibles.

» Il est bon que l'on sache qu'en 1840 on comptait trois pépinières en Algérie. Elles étaient confiées à des mains inhabiles, et l'on doit dire qu'elles n'avaient qu'une existence nominale. Cet état de choses ne pouvait durer. Dès 1841, M. le maréchal Ministre de la Guerre reconnut le mal et s'empressa d'y porter remède. Il créa une pépinière à Philippeville, s'adressa à l'administration du Jardin du Roi pour avoir des jardiniers capables, actifs et dévoués. Quatre se présentèrent remplissant toutes ces conditions; ils furent admis : c'étaient MM. Hardy, Riquier, Pantin et Maubert.

» Pour qu'il y eût de l'unité dans les opérations, il fallait nécessairement un chef. M. le maréchal, après y avoir mûrement pensé, nomma M. Hardy. La suite a prouvé qu'il ne pouvait faire un meilleur choix, et votre Commission est persuadée que l'Académie sera de cet avis quand elle verra avec quelle active intelligence M. Hardy a su se conformer aux intentions de M. le maréchal.

» Votre Commission a examiné avec beaucoup d'intérêt les pièces qui lui étaient soumises, elle les a rangées en quatre classes principales comprenant :

» 1°. Les pépinières et les essais de culture;

» 2°. Les plantations publiques;

» 3°. Les expériences sur la production de la soie;

» 4°. Les récoltes et les essais des cotons.

» L'origine et l'avenir de tous ces travaux se rattachent à la fondation et aux développements de la pépinière centrale, qui fut plus particulièrement l'objet des soins éclairés et laborieux de M. Hardy.

» Ce n'est pas seulement une pépinière, telle qu'on l'entend dans l'acception ordinaire du mot : l'établissement d'Alger ne borne pas, en effet, son utilité à propager et remplacer certaines espèces d'arbres dès longtemps

connues et appréciées dans les différentes localités de l'Algérie, il doit subvenir, en outre, à des exigences variées.

» Il s'agit non-seulement de fournir à l'accroissement des plantations existantes et aux plantations nouvelles d'arbres déjà répandus dans le pays, il faut, en outre, introduire, naturaliser et répandre les espèces et les variétés de végétaux susceptibles d'accroître les ressources que peut offrir la culture dans les différentes expositions du climat d'Alger.

» Pour bien remplir un tel cadre, il a fallu former quatre exploitations distinctes :

» La première comprend la pépinière proprement dite;

» La deuxième s'occupe de l'introduction et de la naturalisation des végétaux;

» La troisième rassemble les espèces d'arbres fruitiers d'Europe convenables au climat du pays;

» La quatrième s'applique aux plantes dites céréales, potagères, médicinales, oléifères, tinctoriales et textiles.

» La pépinière occupe la plus grande partie du terrain : les Mûriers blancs et les Peupliers suisses et d'Italie y dominaient en 1843; leurs plants de 1, 2 et 3 ans, s'y voyaient au nombre de 33 193 des premiers, et 20 468 des seconds : parmi les autres essences on comptait 5905 *Melia azedarach,* 1606 Micocouliers, 1 135 Triacanthos, 1 000 *Aylanthus glandulosa,* 910 Platanes, 600 Acacias blancs, des *Diospyros kaki,* Ormes, Chênes rouvres, Sterculiers, Catalpa, *Melia sempervirens,* Saules pleureurs, *Sophora japonica,* et Savonniers paniculés, dont le nombre total s'élevait à 67 995; les semis et boutures ont augmenté ce nombre de 643 300 individus parmi lesquels se trouvent beaucoup de nos meilleurs arbres fruitiers et des arbres de nos forêts, les principaux Conifères de grande culture, des Pistachiers, Goyaviers, Orangers, Grenadiers, Jujubiers et Caroubiers, plus particulièrement appropriés au climat de l'Algérie.

» A dater de l'automne 1845, la pépinière pourra fournir de 150 000 à 200 000 pieds d'arbres annuellement; le Mûrier, dont le bel avenir paraît certain dans notre colonie, doit figurer pour les 0,33 des livraisons.

» Des 63 000 pourrettes de frêne envoyées par M. Simon, de Metz, 53 000 ont bien repris à la pépinière centrale; 10 000 furent expédiées à la pépinière de Bone.

» Parmi les neuf espèces ou variétés de Mûriers existant à la pépinière (Moretti, Lou, Multicaule, Elata de Calabre, Blanc de Provence, et les Mû-

riers noir et rouge), le Mûrier blanc de Provence et le Mûrier rose de Lombardie sont les plus estimés pour la nourriture des vers à soie.

» Les feuilles du Multicaule, très-minces, peu consistantes et trop altérables sous les influences atmosphériques, ont paru ne pouvoir convenir à l'industrie séricicole. Les Mûriers rouge et noir sont utilisés surtout pour leurs fruits.

» Le Micocoulier, l'Olivier, les Chênes-liéges, l'Yeuse et autres arbres indigènes occupent une large place dans les semis destinés aux plantations; les Caroubiers et Jujubiers croissent avec une grande vigueur : ils enfoncent profondément leur pivot dans le sol, de sorte qu'on ne peut les transplanter sans rompre le plus grand nombre de leurs radicelles; il faut donc, dans leur premier âge, les élever en pots; il en est de même des Conifères, notamment des Pins et des Sapins.

» Un des arbres de ce genre qui, donnant de l'ombrage en toutes saisons, contribuent à varier les sites, le Cyprès horizontal, se développe rapidement, même dans les terrains très-secs; il étend beaucoup ses rameaux, en conservant une tige droite qui atteint une hauteur de 15 à 18 mètres.

» Parmi les arbres les mieux disposés à prendre possession du sol, suivant les observations de M. Hardy, on doit citer les Acacias de la Nouvelle-Hollande, et nous ne pouvons qu'applaudir aux efforts de cet habile directeur pour en récolter et répandre les graines.

» Le *Robinia pseudo-acacia* se multiplie facilement par semis: son bois, formé de cellulose compacte, est moins injecté de matière ligneuse incrustante que la plupart des bois durs. Sa cohésion et son homogénéité le font résister, mieux que le Chêne, le Châtaignier, le Hêtre, et, à plus forte raison, que tous les bois légers, aux frottements et à l'influence de l'humidité. Il réunit des avantages qui, d'ordinaire, s'excluent réciproquement : sa dureté et sa résistance sont grandes, quoique son développement soit rapide; aussi l'emploie-t-on fort avantageusement dans divers usages économiques, notamment pour confectionner les dents et alluchons des engrenages dans les machines industrielles et rurales, les jantes des roues et autres pièces de charronage; les dents de herse, les piliers et traverses des boisages des mines, les bâtis et encoignures des caisses d'orangers, les cercles de tonneaux, les échalas des vignes, les tuteurs des jeunes arbres et arbustes, les lambourdes sous les parquets et boiseries, les longues chevilles appelées *gournables* dans les arsenaux de la marine.

Cultures dites de naturalisation.

» Ces cultures donnent lieu aux travaux les plus nombreux, et on le con-

çoit ; car il s'agit ici d'observer la végétation, de déterminer les circonstances les plus favorables, de constater la nature et l'importance des produits, enfin de tenir note, tout aussi soigneusement, des insuccès.

» Des essais comparatifs sur la culture des Cotonniers avec et sans arrosages ont appris que les irrigations, en favorisant la végétation, pouvaient retarder la fructification au point de compromettre la récolte. Des motifs semblables ont porté M. Hardy à donner la préférence aux espèces et variétés hâtives, notamment au produit de la graine de Fernambouc. En obtenant des résultats avantageux dans les terrains secs, il a bien auguré de cette culture sur les collines du Sahel.

» Les semis de graines de la Guyane, le Castellamare blanc et rouge d'Italie; les Nankin ou Siam, Macédoine, *vitifolium* et *religiosum*, tirés d'Égypte, ont paru devoir réussir, ainsi que le Cotonnier-arbre, de Mostaganem.

» En rendant compte des essais entrepris sur les produits des Cotonniers, nous indiquerons l'importance que pourrait avoir la récolte du coton en Algérie.

Sésame (Sesamum orientale).

» Cette plante annuelle, de la famille des Bignoniacées, doit prendre un rang élevé dans la culture algérienne. C'est l'opinion de M. Hardy, et nous la croyons fondée. Elle ne mérite pas, sans doute, la réputation qu'on lui a faite relativement à ses propriétés cosmétiques et médicales. Elle ne peut pas, comme aliment ou matière première des savons, soutenir la comparaison avec nos bonnes huiles d'olive, qui, à prix égal, obtiendront toujours la préférence. Cependant, les qualités et le bas prix de l'huile de sésame ouvrent à ce produit un débouché immense. Elle vaut mieux, pour la fabrication des savons durs, que les huiles dites de graines. De là vient qu'on a construit des huileries considérables à Marseille, et que, pour les alimenter, on a importé d'Égypte, l'année dernière, 17500 000 kilogrammes de graines de sésame.

» La graine de sésame contient, suivant les analyses de l'un de nous, 0,51 à 0,53 d'huile, et donne de 46 à 48 pour 100 aux manufacturiers. MM. de Gasparin et Payen ont prouvé que le tourteau, résidu de l'extraction de l'huile, est un aliment très-favorable à l'engraissement des animaux et à la production du lait des vaches.

» On se fera une idée de l'accroissement des industries qui s'exercent sur les huiles, en considérant que les importations de graines oléagineuses, Lin, Sésame, Coton, etc., équivalant à moins de 1 500 000 kilogrammes en 1833, se sont élevées à plus de 60 000 000 de kilogrammes en 1843, sans que la cul-

ture indigène des plantes oléifères fût notablement diminuée. On ne saurait disconvenir, en tous cas, de l'intérêt que présenteront les essais de culture ayant pour but de subvenir à ces énormes consommations.

» Les recherches expérimentales à la pépinière d'Alger portent le produit d'un hectare de terre cultivé en Sésame à.................. 1475^{kil}

» Cette graine, à 50 francs les 100 kilogrammes, représente une valeur de.. 737^{fr},50

» D'où déduisant les frais de culture.......................... 259 ,00

» Le produit net serait de............................ 478 ,50

et le placement deviendrait d'autant plus facile que les nombreux bâtiments qui retournent à Marseille, sur leur lest, offrent un fret à bas prix.

Tabac.

» C'est encore une des cultures qui promettent d'être très-productives en Algérie, et qui offriraient des moyens d'échange tout naturels et fort importants : en effet, les produits récoltés en France n'ont pas donné ces feuilles abondantes en sécrétions aromatiques, que les contrées plus chaudes sont en possession de fournir, et que l'on peut espérer du climat et des bonnes terres d'Alger. Déjà 10 000 pieds comprenant 36 espèces ou variétés distinctes ont présenté une belle et complète végétation; des porte-graines avaient été choisis avec soin parmi les plus francs. Les produits de la récolte des feuilles ont été confiés aux soins éclairés de M. Lebeschu, afin d'opérer la dessiccation et les emballages dans des circonstances favorables.

» A ce sujet, nous devons dire qu'il importerait beaucoup, non-seulement de comparer, toutes circonstances égales d'ailleurs, les produits de ces nombreuses variétés, mais encore de chercher, par l'emploi d'engrais riches et de stimulants appropriés, les moyens d'obtenir les feuilles de la meilleure qualité : les conclusions à déduire des premiers essais à cet égard seront faciles, car les feuilles auront d'autant plus de valeur, en général, que leur poids, à surface égale du limbe, sera plus considérable après la dessiccation.

» On comprend, en effet, que le but à atteindre est bien moins le développement du tissu végétal que la production abondante des principes immédiats utiles qu'il peut renfermer : à cet égard, des expériences, qu'il serait trop long de rapporter ici, prouvent que des différences considérables se peuvent manifester sous les influences des variétés, des engrais et de la culture. Il ne serait peut-être pas hors de propos de répéter ultérieurement de semblables essais et de constater la valeur des produits en feuilles, mesurées

et pesées au moment de la récolte, desséchées avec soin et envoyées à Paris.

Canne à sucre.

» C'était une culture abandonnée, l'ancienne plantation ayant épuisé le sol; une nouvelle plantation de 5 000 pieds dans un terrain bien préparé et fumé convenablement, apprendra si les proportions de sucre cristallisable dans la plante venue à *maturité* sont suffisantes pour rendre son extraction profitable. Il est bien permis d'en douter, d'après ce qu'on sait des cultures semblables en Espagne et dans la Louisiane. Peut-être même, dans le cas le plus défavorable, y aurait-il intérêt à obtenir du rhum ou de l'alcool en distillant après la fermentation le jus extrait de ces cannes.

Indigo.

» Les essais de culture des indigofères n'ont encore pu donner aucun résultat définitif.

Riz.

» Les expériences sur le riz mutique, tiré de Lombardie, font espérer qu'il réussira dans un sol non submergé, mais seulement arrosé de deux en deux jours, au point de le maintenir suffisamment humide.

» Il ne faudrait pas cependant se hâter d'en conclure qu'en usant de ce procédé on n'aura point à redouter l'insalubrité des rizières communes, car les terres submergées et certains marais ne développent, en général, leurs influences délétères qu'au moment où l'évaporation de la plus grande partie de l'eau laisse le sol à découvert.

Phormium tenax.

» La vigueur remarquable de cette plante cultivée avec les soins convenables permet de bien augurer de son avenir en Algérie. On connaît la grande ténacité de ses filaments. Il serait à désirer que des expériences fussent entreprises et suivies avec persévérance, sur les moyens d'isoler économiquement ses fibres textiles, en les débarrassant des débris de tissu cellulaire et de matières de couleur verte ou fauve qui masquent leur blancheur.

Patate.

» Les tubercules du *Convolvulus batatas* réussissent parfaitement en Algérie. Ils fournissent une nourriture saine, agréable et abondante. Les fanes sont données aux Ruminants, qui les mangent avec avidité. En somme,

les produits de cette culture paraissent dépasser de beaucoup ceux de la pomme de terre en ce pays.

Bananier.

» La végétation active et toute tropicale du Bananier procure, outre l'aspect élégant et le frais ombrage de ses larges feuilles, des ressources de plusieurs sortes : ses fruits sont succulents et salubres; on peut extraire de la base des feuilles, des fibres textiles propres à la fabrication des cordages, des filets, etc., et le *Musa textilis* est un ceux qui conviennent le mieux sous ce dernier rapport.

» Le *Musa sinensis* reçu du Jardin du Roi a parfaitement réussi. Il croît rapidement sans dépasser $1^{m},20$ de hauteur. Ses fruits sont plus beaux et plus nombreux que ceux des Bananiers déjà cultivés dans le pays.

» On ne saurait trop encourager ces sortes de plantations en Algérie; déjà la bananerie de la pépinière centrale est assez importante pour favoriser la propagation d'une plante aussi utile à plus d'un titre.

Goyaviers.

» La pépinière possède un nombre considérable de plants provenant des graines récoltées sur des sujets de l'établissement même.

» Le Goyavier donne, en abondance, des fruits avec lesquels on fait d'excellentes conserves.

» Parmi les végétaux exotiques dont le succès est assuré, on doit citer les *Ficus elastica* et *rubiginosa*, qui se couvrent d'un beau feuillage toujours vert; le *Laurus borbonica*, bel arbre de haute taille aux Antilles, et dont le bois est précieux pour l'ébénisterie : déjà il a donné des graines fécondes;

» Le *Casuarina equisetifolia*, qui croît très-bien, et dont le bois, propre aux constructions navales, a servi, pendant le voyage du capitaine Baudin, pour construire une corvette nommée *Casuarina*;

» Les *Casuarina* de la pépinière, qui viennent à merveille; ils ont déjà fourni des graines : le *quadrivalvis*, notamment, se développe plus rapidement qu'aucune autre espèce ;

» Le *Pin des Canaries*, qui atteint une hauteur double de celle des Pins d'Alep et Pignon répandus dans le pays; le *Pin* à longues feuilles d'Amérique, dont le rapide développement ne laisse rien à désirer.

» Plusieurs arbres tirés des collections du Muséum, notamment deux espèces de Pin du Mexique, un *Araucaria Cuninghamii*, deux Chênes du Népaul, un *Cedrus deodora*, se développent comme dans leur pays natal. Les

Araucaria sont au nombre des plus beaux ornements de ces plantations.

» Le *Schubertia disticha* croît avec rapidité dans les lieux frais; mais il faut craindre, pour cet arbre, l'influence des vents du sud.

» Un assez grand nombre de végétaux utiles sont venus des colonies et de l'Égypte; les principaux sont:

» Cinq espèces d'Anones, vantées pour la saveur de leurs fruits, et surtout le Kischta, dont un grand nombre ont bien levé; le *Mammea americana* (Abricotier des Antilles), dont le fruit est excellent, le bois dur et coloré, propre aux constructions et à l'ébénisterie; le *Laurus Persea* (Avocatier), dont le fruit donne une substance grasse comestible; le *Mangifera indica* (Manguier), à fruit fort agréable; le *Carica Papaya* (Papayer); le *Cassuvium pommiferum* (pommier d'Acajou), et le *Spondias mombin* (Prunier mombin), qui produisent de bons fruits; le *Pandanus utilis* (Baquoi), dont les feuilles servent à tresser des nattes; le *Carapa guyanensis,* qui se plaît dans les lieux humides et donne un fruit oléifère; l'*Acacia nilotica,* qui fournit la gomme arabique, et plus de cent autres plantes, au nombre desquelles se trouvent douze espèces de Palmiers.

» L'introduction de la plupart de ces plantes exotiques en Algérie exige de grands soins pendant les premières années: il faut les garantir des pluies torrentielles et des changements de température qu'elles braveront plus tard. Les succès déjà obtenus en font espérer beaucoup d'autres. Parmi les conquêtes qu'il serait plus utile de tenter, M. Hardy signale les principales espèces de Quinquina qui croissent sur les hautes Andes du Pérou: sans doute les écorces de plusieurs d'entre elles ont une grande valeur, mais pour que les alcalis végétaux y soient abondants, que l'épaisseur et le poids des couches corticales, contenant ces principes, soient assez considérables, il faut probablement un temps très-long. Des données expérimentales à cet égard offriraient un grand intérêt pour l'humanité, la science et le commerce.

Ananas.

» Les Ananas se cultivent à peu de frais en Algérie; il suffit de les abriter par des châssis en hiver: on peut ensuite les laisser exposés à l'air.

Caféier.

» Plusieurs localités sembleraient lui convenir en Algérie: pour l'y introduire, il faudrait non des graines qui, desséchées, ne germent plus, mais bien des jeunes plantes.

» C'est ainsi qu'en 1720, à l'aide d'un seul sujet sorti des serres du Jardin du Roi, on est parvenu à introduire les Caféiers dans les Antilles et dans toutes nos colonies.

Arbres fruitiers.

» La culture des arbres fruitiers dans la pépinière centrale acquiert graduellement une importance réelle qui s'accroîtra plus rapidement encore lorsque les moyens d'amélioration des fruits, les engrais, la greffe et la taille, qui donnent, aux environs de Paris, des résultats si remarquables, s'introduiront en Algérie avec les modifications indiquées par l'expérience et exigées par le climat et les diverses expositions.

» Le jardin fruitier possède 418 espèces comprenant des Poiriers, Pommiers, Pruniers, Cerisiers, Pêchers, Abricotiers, Amandiers, Noyers, Néfliers, Coignassiers et Figuiers; des Orangers dont il a été fait de nombreux semis, et en outre 42 variétés de Vigne, dont il existe 8000 boutures.

» Afin d'être plus promptement en mesure de satisfaire à toutes les demandes, 25 à 30000 pourrettes d'espèces diverses ont dû être achetées l'automne dernier.

Plantes potagères et économiques.

» La culture maraîchère, favorisée par d'abondantes irrigations, semble devoir être très-profitable en Algérie, car presque toutes les plantes à feuilles et fruits comestibles se développent bien pendant les saisons tempérées, deviennent monstrueuses, parfois, durant les pluies; mais elles souffrent beaucoup de la sécheresse et des chaleurs: alors les choux restent peu volumineux, les romaines et laitues montent subitement à graine, les pois s'arrêtent dans leur production, considérable jusque-là; les haricots ne réussissent, en général, qu'autant qu'ils sont nains.

» Les racines tuberculeuses produisent beaucoup; malheureusement les pommes de terre perdent en tubercules ce qu'elles donnent en fanes trop abondantes.

» 61 espèces ou variétés de Blés, Seigles, Orge, Millet, Maïs, sont cultivées avec succès.

» Le Chanvre du Piémont s'est élevé à $2^{m},30$; l'*Urtica nivœa*, malgré sa belle végétation, ne paraît pas pouvoir rivaliser avec le Chanvre en Algérie; le *Madia sativa* s'est montré l'une des plantes oléifères les plus productives, mais il ne faut pas oublier que sa graine, à volume égal, ne donne que les 0,6 de l'huile que l'on obtient des bonnes *graines oléagineuses*, et que les

frais d'extraction deviennent plus considérables à peu près dans le même rapport.

» Une autre plante oléifère, le *Guizotia oleifera*, et deux plantes tinctoriales, le *Polygonum tinctorium* et le *Pastel*, présentent une végétation vigoureuse; on n'a pas de données positives encore sur leur production économique.

Récolte, nettoiement et conservation des graines.

» Les plantes potagères de l'établissement central sont uniquement consacrées à la production des graines; c'est, en effet, une ressource précieuse pour les colons, qui éprouvent tant de difficultés à se procurer ces sortes de semences.

» Cependant, il faut bien le dire, cette ressource même, qui devrait être certaine, se trouve compromise malgré tous les soins de M. Hardy, car l'établissement manque d'un *séchoir* et d'un *conservateur;* il en résulte que ces graines se détériorent. Une partie devient la proie des rats et des souris, et lors même que l'on pourrait prochainement disposer d'un local assez vaste et bien aéré pour y placer un casier solide clos à volonté, il faudrait encore attacher une personne intelligente, active et très-soigneuse, à cet important service.

» Nous pensons qu'on rendrait les soins beaucoup plus faciles et plus efficaces en adoptant, pour le classement, la dessiccation et la conservation, un appareil qui, par sa construction même, est merveilleusement approprié à cette destination complexe.

» Nous voulons parler ici du *grenier Vallery*. Ce grenier mobile est divisé, par des plans suivant l'axe, en huit compartiments qui se peuvent subdiviser transversalement en un grand nombre de cases closes, ventilées à volonté, très-faciles à emplir comme à vider, car elles viennent toutes se présenter successivement à l'opérateur.

» C'est que tout l'ensemble représente une capacité cylindrique tournant autour d'un axe.

» On comprendra bien cette disposition simple et ingénieuse, à l'inspection de la figure ci-jointe.

» Si nous ajoutons que, pour un volume égal de graines à conserver, ce grenier est moins dispendieux de premier établissement que les greniers ordinaires à blé, on admettra sans peine qu'il serait bien plus économique encore comparativement avec les casiers à graines diverses.

» L'économie de la main-d'œuvre, la parfaite conservation, lors même

que les *grains* ont été emmagasinés humides et charançonnés, sont garanties par les expériences en grand et les Rapports, tous favorables, des Commissions, 1° de l'Académie royale des Sciences, 2° de la Société centrale d'Agriculture, 3° du Jury central des expositions en 1839 et 1844, 4° de la Société d'Encouragement, 5° de la Marine, et 6° de l'Administration des Vivres de la Guerre.

» Ainsi donc les avantages de ce grenier pour l'emmagasinement, la conservation, le classement, la surveillance et la distribution des graines, nous paraissent assurés; construit à Paris sur des modèles faciles à démonter et transporter, sa contenance varie entre les limites de 10 000 et 100 000 litres; il coûterait 6 à 7 francs par 100 litres et serait facilement approprié pour le nombre et la contenance des cases qu'indiquerait M. Hardy. S'il convenait de le déplacer ultérieurement, un simple démontage y suffirait.

Extension de l'établissement.

» Sous le titre de *moyens d'exécution*, un chapitre des Mémoires de M. Hardy démontre la nécessité d'augmenter la quantité de terrain consacrée à la pépinière proprement dite. Il serait indispensable, en effet, de porter l'étendue à 30 hectares, en ajoutant 12 hectares à la superficie actuelle, si l'on voulait être en mesure de livrer annuellement cent cinquante mille arbres, tout en tenant compte des assolements applicables pour utiliser successivement le sol, à différentes profondeurs, sans l'épuiser.

Grandes cultures expérimentales, école de vignes, école forestière.

» Sans doute il ne serait ni facile ni convenable de chercher les moyens d'obtenir, sous le climat d'Alger, cette multitude de vins distingués entre ceux de toutes les nations, par leur arôme délicat, qui sont au nombre des plus précieux attributs du climat tempéré de la France; mais tout porte à croire qu'en choisissant des plants appropriés aux meilleures expositions, adoptant les procédés de culture et de vinification perfectionnés, on parviendrait à créer des vins spéciaux de bonne qualité, se rapprochant plus ou moins des vins étrangers en réputation et qui proviennent de contrées méridionales.

» Mais pour réunir ces conditions favorables, il faudrait les bien apprécier; on devrait donc d'abord les étudier avec un grand soin.

» On y parviendrait sans peine en ajoutant à l'établissement central quelques-uns des terrains en pente, à proximité; il s'y rencontrerait des calcaires et des roches schisteuses favorables à cette grande école des vignes de l'Al-

gérie, et certaines pentes rapides où la culture des vignes serait sans doute utilement praticable.

» De cette intéressante culture expérimentale et de l'école forestière au dedans et en dehors de la pépinière, sortiraient un jour des données positives sur les seules exploitations, peut-être, à l'aide desquelles on pût convenablement utiliser les pentes du Sahel.

» L'école forestière permettrait de compléter un système d'ensemble pour effectuer les reboisements des crêtes et côtes médiocres, en réservant les expositions favorables et les meilleurs terrains pour les vignes.

Essais de plantations sans défrichements.

» Une grande et facile expérience se pourrait réaliser au dehors de l'établissement central, mais sous son patronage, en se fondant sur une observation importante déjà bien constatée : on sait que les Mûriers viennent parfaitement bien lorsqu'on les plante dans les espaces libres entre les Palmiers nains; si donc, sans attendre que le dispendieux arrachage de ces derniers fût terminé, on se contentait d'abord de défoncer, à 6 mètres d'intervalle, des surfaces de 1 mètre de rayon, on ne cultiverait ainsi que le terrain occupé, et la plantation se développerait pendant les trois ou quatre années que pourrait durer le défrichement. Il est fort à désirer que l'exemple soit donné sur d'assez grandes proportions pour préparer aux Mûriers de la pépinière une destination bien préférable à celle qui leur a été réservée sur les bords des routes ou dans les camps.

Irrigations.

» Ce serait encore un des plus utiles exemples à fournir que de préparer pour la pépinière des irrigations bien dirigées répartissant, à l'aide de norias, 500 mètres cubes d'eau pour l'arrosage de 1 hectare. On ne peut, à cet égard, que donner une entière approbation aux vues émises et aux moyens simples d'exécution proposés par M. Hardy.

Main-d'œuvre.

» Une des difficultés sérieuses, dans les travaux de la pépinière comme dans tous les travaux de la colonisation algérienne, tient au manque d'ouvriers actifs : les Européens sont en petit nombre et trouvent des occupations plus lucratives dans les villes. Le Mahonnais, assez laborieux et sobre, ne consent qu'à grand peine à exécuter des travaux en dehors de ses habitudes. Les Maures, plus dociles, sont tellement apathiques, qu'ils laissent leurs terres

en friche pour aller gagner des journées, assez mal remplies, qu'on leur paye deux francs. Ceux des indigènes qui montrent le plus d'intelligence et d'activité sont les Kabyles, d'ailleurs si nombreux, mais trop indépendants pour s'attacher à des travaux de longue haleine, bien qu'ils n'aient plus refusé, depuis 1840, de prendre part à nos affaires commerciales. On comprend ces habitudes d'indépendance et d'irrégularité dans le travail en observant leur étonnante sobriété et une négligence parfois extrême dans leurs vêtements (1).

» Est-ce à dire que la difficulté de se procurer en Algérie de bons ouvriers et des employés intelligents soit insurmontable? Non sans doute; plusieurs moyens existent d'améliorer un tel état de choses, et l'un des meilleurs concourrait puissamment, nous en avons la conviction, à résoudre les principales questions de la colonisation productive, et hâterait les progrès des cultures algériennes.

» Si, prenant pour base l'établissement central, on organisait un enseignement pratique et graduellement plus théorique, transmettant toutes les notions expérimentales utiles, acquises déjà en grand nombre, peut-être devrait-on y appeler des élèves européens, les fils des colons, les jeunes Maures et Kabyles, montrant à tous la perspective de travaux et d'emplois lucratifs, d'intérêts même dans les défrichements et les cultures diverses; bientôt, sans doute, on parviendrait à exciter une émulation générale, accrue encore chez les indigènes par le désir de se livrer aux habitudes plus confortables qu'ils apprendraient à connaître.

» Une telle émulation, habilement entretenue, rendrait les travaux légers et l'enseignement plus profitable. On y apprendrait à connaître les ustensiles aratoires propres à chaque sol, les soins à donner aux semis et aux plantations, la taille et les greffes des arbres; les précautions qu'exigent les récoltes, la conservation et le transport des graines, des produits comestibles, comme des diverses substances tirées des végétaux et applicables à l'industrie.

» En répandant chaque année dans les fermes et les exploitations agricoles un personnel instruit par son active participation à tous les détails d'une pratique éclairée, on propagerait les cultures utiles et les bonnes méthodes, on détruirait enfin les préjugés et les pratiques routinières qui, variant dans chaque localité les procédés de culture, ne laissent aucune règle générale s'établir et se répandre.

---

(1) Cependant les Kabyles des environs de Bougie ont acheté de nos tissus, en 1840, pour une valeur de 16 900 francs qu'ils payèrent avec des cuirs et peaux brutes, matières premières fort utiles à notre industrie.

» Lorsqu'on voudra réaliser cette conception utile, on consultera, avec profit, le projet détaillé que M. Hardy a présenté dans son Rapport.

Installation de la pépinière de Philippeville.

» Les résultats heureux déjà obtenus dans la pépinière centrale ont décidé M. le maréchal Ministre de la Guerre à établir, sur ce modèle, une deuxième pépinière à Philippeville.

» M. Hardy rend un compte détaillé fort intéressant de la formation de ce nouvel établissement, dont l'ensemble couvre une superficie de 15 hectares, et dont la direction est confiée à M. Riquier.

» Profitant de l'expérience acquise au Hamma, et des observations sur la végétation de la contrée, on s'occupe de propager d'abord les essences dont le succès est le mieux assuré, et surtout, en grand nombre, les arbres fruitiers que les colons réclament de toutes parts. Tout est déjà disposé pour former un plant inépuisable de Mûriers.

» Déjà les propriétaires de Philippeville, bien convaincus de l'utilité des pépinières, se sont empressés d'en établir plusieurs, afin d'être en mesure de planter les terrains de la plaine aussitôt que les concessions seront obtenues : sept d'entre eux possèdent ainsi 50000 Mûriers de l'âge de 1 à 3 ans.

» On voit que l'exemple donné par la pépinière centrale n'a pas été stérile; il ne peut manquer de trouver bientôt de nombreux imitateurs.

Plantations publiques dans la province d'Alger.

» En même temps qu'il s'occupe de diriger les travaux nombreux et importants de la pépinière centrale, M. Hardy dirige, avec un zèle soutenu, l'une des principales applications des produits de cet établissement.

» Le service des plantations publiques sur les routes, chemins et places, s'est considérablement accru.

» On voit, par un Rapport très-détaillé, qu'aux plantations existantes 16093 arbres ont été ajoutés; ils comprennent les essences les plus convenables : on en exclut actuellement les Mûriers, qui se développent peu et figurent mal dans ces lieux publics, tandis qu'ils ont ailleurs une utilité réelle.

» Ne pouvant obtenir encore de la pépinière autant d'arbres que ce service en réclamerait, M. Hardy a songé aux éclaircies qu'il pourrait faire en certaines contrées, telles que les oasis de la plaine, la vallée de Massafran, quelques ravins du Sahel.

» Calculant les produits de cette exploitation nouvelle, l'habile directeur

a fait d'avance creuser les emplacements marqués, exposant ainsi la terre aux influences atmosphériques, si utiles pour la désagréger et l'aérer.

» Près de 15000 trous préparés serviront à compléter les plantations publiques depuis Mustapha jusqu'à la Maison carrée; depuis l'Agha jusqu'à Birkadem; du bassin de Deli-Ibrahim à Baba-Hassem; depuis le poteau des Indigènes jusqu'à Douérah; et enfin de la route de Douérah jusqu'à Ouled-Fayet.

» Ces grandes lignes continues de plantations concourent à rendre plus faciles et plus agréables toutes les communications en Algérie, qui déjà comprenaient, en 1840, 1070 kilomètres de routes.

» Il nous paraît fort désirable que M. Hardy puisse continuer d'avoir à sa disposition des moyens d'exécution et de surveillance proportionnés aux développements de ces utiles plantations, afin que les labours, arrosages ou irrigations, leur soient donnés à temps.

Éducation de vers à soie dans la pépinière centrale.

» M. Hardy attache, avec raison, un grand intérêt à la production de la soie en Algérie : la rapidité de la croissance du Mûrier y est telle, en effet, qu'on voit fréquemment des écussons donner des jets de 4 à 5 mètres la première année; on rogne ces jets à 2 mètres de hauteur : l'année suivante, l'arbre est prêt à mettre en place; la circonférence de la tige atteint 12 à 15 centimètres ; à sept ans, il donne au Hamma jusqu'à 35 kilogrammes de feuilles.

» L'éclosion, malgré les soins qui la retardent, ayant lieu de bonne heure, il convient de faire entrer un certain nombre de Mûriers hâtifs dans les plantations : le Mûrier moretti alimente les trois premiers âges, et les Mûriers blancs les deux derniers, qui correspondent à une consommation sextuple.

» Quant aux multicaules, leurs feuilles minces se dessèchent trop vite, dit-on, en Algérie. Ce ne serait pas un motif suffisant pour y renoncer si l'emploi des feuilles mouillées avait en ce pays les avantages qui semblent se confirmer chez nous, si surtout cette addition d'eau, rafraîchissant l'air des magnaneries, pouvait contribuer à prévenir les graves inconvénients de la touffe.

» Cette pratique, combinée avec des arrosages et une ventilation bien réglée, permettrait peut-être d'atteindre ce but important.

» Ce serait, en tous cas, l'un des plus importants sujets d'observations et d'études que nous puissions recommander au zèle éclairé de M. Hardy.

» Malgré plusieurs accidents survenus durant une première tentative d'éducation, les résultats obtenus sous les rapports du nombre et du volume

des cocons sont satisfaisants : ils permettent de fonder de belles espérances sur l'avenir de la production de la soie dans notre colonie.

» A cet égard, comme en ce qui concerne d'autres productions, on a éprouvé quelques craintes sur les suites de la concurrence dont serait ainsi menacée l'industrie séricicole métropolitaine.

» Ces appréhensions nous toucheraient si nous ne savions que notre industrie, dans cette voie, n'a cessé de marcher d'un pas plus rapide que la production de la matière première chez nous.

» Et cependant, quelle industrie agricole fit jamais des progrès aussi remarquables?

» Que l'on songe qu'en moins de vingt ans, cette production en France s'est créée, s'est élevée au point de donner annuellement à nos fabriques une quantité de matières premières dont la valeur se solde par 143 millions de francs.

» Et cette énorme production se réalise en cinq semaines dans nos magnaneries!

» C'est là sans doute un fait bien étonnant que l'on peut toutefois rapprocher d'un fait plus étonnant encore, en voyant l'industrie absorber dans son immense travail, avec ces 143 millions de matières premières, la matière première semblable qu'elle va chercher hors de nos frontières et qu'elle a payée au prix de 105 millions en 1841, tandis qu'elle n'en demandait en 1834 à l'étranger que pour une valeur de 71 millions, et plus anciennement encore de 45 millions seulement.

» Alors la transformation industrielle portait à 60 ou 68 millions la valeur des produits commerciaux dont elle livre aujourd'hui, d'après les estimations des rapporteurs du Jury central, 150 millions à la consommation extérieure et une valeur égale à l'exportation.

» Notre agriculture algérienne trouverait donc ici, sans encombrer les approvisionnements de nos fabriques, un débouché plus grand que n'était autrefois la consommation totale de la France.

Culture des Cotonniers.

» Outre les observations intéressantes de M. Hardy sur ces cultures, M. le maréchal nous a transmis les notes détaillées de M. Aimé. Elles s'accordent à montrer les avantages de cette facile culture, source d'une abondante production.

» Cette matière première, d'une si haute importance aujourd'hui pour nos fabriques, était sans emploi chez nous jusqu'à la fin du siècle dernier, car

alors nos filatures n'existaient pas : nos filatures qui, rapidement développées, réclament annuellement 55 millions de kilogrammes de coton pour fournir l'équivalent de la consommation normale du pays. L'Algérie trouvera donc encore un vaste débouché national pour sa production en ce genre; mais obtiendrons-nous, de cette culture, la matière première convenable à la fabrication des fils les plus fins? On devait en douter avant les essais concluants entrepris dans la vue de résoudre la question.

» M. le maréchal ayant, à cet effet, adressé en 1839 un échantillon à M. le Ministre du Commerce, la première tentative fut réalisée avec des métiers destinés aux gros numéros par M. Crépet, de Rouen, qui parvint à préparer des fils du n° 58 et prouva, du moins, que cet échantillon était de meilleure qualité que les cotons de la Louisiane.

» Un deuxième échantillon fut confié à la Chambre de Commerce de Lille, qui le transmit à M. Th. Barrois : cet habile manufacturier en obtint des fils atteignant les n°s 140 et même 160, qui parurent à l'Exposition de 1844.

» Un pareil résultat est encourageant, car il ne s'obtenait en fabrique qu'en employant le coton de Géorgie, dont le prix est toujours fort élevé.

» On devra s'efforcer de réunir toutes les conditions favorables en choisissant les graines de cotons les plus estimés, les terres de l'Algérie les plus propres à cette culture, employant les procédés de récolte, d'égrenage et d'emballage qui donnent les meilleurs produits et assurent leur conservation.

» La récolte du coton semble donc devoir offrir prochainement un des principaux objets d'échanges abondants et productifs, capables d'alimenter à la fois l'activité de nos transports maritimes, le travail de nos filatures et le développement de notre commerce. Elle laissera comme résidu une graine oléifère dont l'Égypte nous fournit déjà des quantités assez considérables.

» On sait que l'activité des affaires commerciales s'accroît rapidement en Algérie : la valeur totale des importations et exportations, doublée depuis 1839, représentait, en 1842, 83 600 000 francs.

» En présentant le tableau des travaux agricoles entrepris sous la direction habile de M. Hardy, nous avons montré les résultats importants acquis déjà et les avantages plus importants encore qui se réaliseront ultérieurement.

» Dans la vue de mieux assurer tous ces avantages de notre colonisation africaine, et d'abord d'opérer en Algérie les reboisements considérables appelés à embellir le pays tout en l'assainissant, M. le maréchal Ministre de

la Guerre, voulant ajouter aux plantations faites dans le Sahel d'Alger, dans la plaine de la Mitidja et sur le territoire de Blidah, des plantations publiques sur une base de plus en plus large, a fait établir des pépinières semblables à celle du Hamma, non-seulement à Philippeville, mais encore à Bone, à Constantine, à Sétif, à Mostaganem, à Misserguin, près Oran; à Tlemcen, Mascara, Médéah, Orléansville et Miliana.

» De ce vaste réseau de pépinières sortiront des plants appropriés aux différents climats, sols et expositions qui caractérisent les contrées dont ces villes sont les centres administratifs.

» Ils assureront, au moyen de plantations spéciales, la fertilité de terrains incultes, en les protégeant contre les vents de mer, en fixant les dunes qui s'étendent au fond des baies d'Alger, de Bone, de Stora et d'Arzew.

» Les travaux de dessèchement et d'assainissement que l'on exécute dans les plaines de Bone, autour de Philippeville et de la Mitidja, se combineront heureusement avec ces systèmes de plantations.

» Appelées ainsi à jouer le premier rôle dans nos travaux de colonisation, les grandes cultures sorties des pépinières déjà fondées, étendant encore leurs attributions, à l'exemple de l'établissement central, multiplieront les cultures expérimentales.

» On parviendra de cette manière à connaître les productions les plus convenables aux climats de nos possessions, et à développer les moyens d'échanges commerciaux qui doivent assurer la prospérité de notre colonie, et augmenter la force et la richesse de la France.

» Votre Commission a l'honneur de vous proposer d'adresser des remercîments à M. le Ministre de la Guerre pour la communication des Mémoires intéressants de M. Hardy. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOGRAPHIE. — *Rapport sur le géorama.*

(Commissaires, MM. Duperrey, Bory de Saint-Vincent rapporteur.)

« L'idée du géorama, pour n'être pas absolument nouvelle, n'en demeure pas moins toute française. L'établissement en fut tenté pour la première fois, de 1823 à 1824, par un M. Delanglard, employé au ministère des finances.

» Ce M. Delanglard avait la passion des excursions lointaines; mais comme il ne pouvait s'éloigner du bureau qui le faisait vivre, il cherchait un dédommagement à la condition sédentaire où le sort l'avait réduit, dans la lecture des relations de voyages dont il suivait les auteurs, pour ainsi dire, pas à pas,

sur les meilleures cartes qu'on possédât alors. Ces cartes, parfois d'un prix élevé, dressées à diverses échelles ou construites selon des projections différentes, n'étaient pas toujours à sa portée ou d'un usage qui lui fût commode; aussi eût-il préféré voyager sur la mappemonde; comme il n'en existait pas d'assez grande pour que la multitude des détails qui donnaient leur principal mérite à ses livres de prédilection y pût être indiquée, il essaya de construire un globe immense dans l'intérieur duquel, pour en saisir d'un seul regard toutes les parties, il imagina de se placer, pensant voir ainsi l'univers se développer autour de soi, comme l'horizon entier se déroule dans un panorama pour celui qui en occupe le milieu.

» Le baron de Humboldt, qui se trouvait en France quand M. Delanglard ouvrit son géorama, MM. Jomard, Walckenaer, Eyriès, Letronne et autres savants de premier ordre, prodiguant les plus grands éloges à cette création, firent de louables efforts pour attirer sur elle l'attention des curieux et la protection du Gouvernement. De tels suffrages semblaient devoir promettre au nouvel établissement un succès brillant; malheureusement, l'auteur avait moins bien calculé l'échéance des effets qu'il avait dû souscrire pour se procurer les fonds nécessaires à l'entreprise, que les éléments scientifiques dont elle tirait un mérite incontestable. Les recettes sur lesquelles il avait compté pour faire face à des engagements trop lourds furent loin de suffire; d'impitoyables bailleurs de fonds, l'ayant poursuivi avec une sorte de fureur, le firent bientôt enfermer, et il vit son œuvre mise en pièces par le propriétaire du local, qui ne retira, pour se payer de quelques termes arriérés de loyer, que 3 ou 4000 francs des débris de ce qui en avait coûté au moins 60 000. Le malheureux auteur étant mort de chagrin, il n'en fut plus question. A quelque temps de là, des essais du même genre, faits en petit, sans discernement et dans un esprit mesquin de spéculation, ne réussirent pas; enfin, après un quart de siècle à peine écoulé, M. Guérin, animé d'un zèle plus éclairé pour les progrès de la géographie, entreprend de rajeunir l'idée de M. Delanglard, et vient prier l'Académie de jeter un regard bienveillant sur son œuvre, en ordonnant qu'il lui en soit fait un Rapport.

» Le nouveau géorama est une vaste sphère de 10 mètres d'un pôle à l'autre, à l'intérieur de laquelle le spectateur est introduit, au moyen d'un escalier qui s'élève, dans le sens de l'axe, sur une galerie répondant au plan de l'équateur et d'où se distingue à la fois la totalité des terres et des mers. Ce qui, dans le pompeux ensemble au centre duquel on est placé, représente le domaine des eaux, consiste en une étoffe de soie bleuâtre, assez transparente pour que la douce lumière qui la traverse éclaire les continents, les

archipels, les îles éparses et jusqu'aux moindres détails de la surface opaque où sont représentées les parties solides du monde. Les montagnes assez généralement rendues sans trop d'exagération; les plaines et les plateaux qu'on n'a eu garde d'accidenter arbitrairement, comme le font trop souvent certains dessinateurs passionnés pour les hachures; les caspiennes et les lacs heureusement translucides; les volcans en activité rendus étincelants au moyen de lentilles de cristal empourprées; les glaces éternelles des points culminants et des régions circompolaires pittoresquement exprimées; la teinte chaude répandue sur les contrées de la Torride; enfin, l'aspect verdâtre de ces déserts marécageux qui s'étendent sur l'extrémité de l'Asie et de l'Amérique du Nord, composent un ensemble harmonieux, dans l'étendue duquel chaque chose se trouve rigoureusement mise en sa place.

» L'immense carte que nous avons été chargés d'examiner a été construite avec soin, et les matériaux qui lui servirent de base sont judicieusement choisis. Elle nous a paru, plus qu'aucune autre, au niveau des connaissances de l'époque, et néanmoins susceptible de recevoir toutes les améliorations que devront y apporter les découvertes futures. Parmi ces améliorations très-faciles à obtenir et que nous désirons y voir introduire, il suffira de signaler celles que devront subir les proportions de ces chaînes monstrueuses qu'on suppose unir, par l'isthme de Panama, les deux Amériques, et qui, selon la vieille habitude, demeurent excessives. Nous eussions également désiré qu'on n'eût pas omis de représenter dans le Chili un grand contrefort parallèle aux Andes, et dont on doit la connaissance à M. Gay, qui prépare, sur une contrée mal connue, bien qu'on en ait déjà tant écrit, un ouvrage important par le grand nombre de faits nouveaux qu'il doit contenir. A ces critiques, qui prouveront avec quel esprit d'impartialité nous avons examiné le géorama, nous ajouterons que nous eussions trouvé la galerie d'où le spectateur contemple à la fois l'ensemble de l'univers, plus convenablement placée si elle eût correspondu au plan du tropique méridional. L'œil se fût alors trouvé placé vers le centre du monde, d'où il eût mieux saisi les proportions et les rapports de chacune de ses parties. N'étant plus aussi élevé dans l'hémisphère boréal, et conséquemment trop éloigné du cercle polaire antarctique, l'observateur ne serait pas contraint, pour distinguer les alentours de ce cercle, d'abaisser presque sous ses pieds des regards plongeants. Quelques personnes, nous a dit M. Guérin, auxquelles nous avons fait part de l'observation, ayant manifesté le désir qu'on pût, dans sa carte, voir l'Europe le plus près possible, il a cru devoir céder à leur exigence; mais il a bientôt senti la nécessité d'abaisser son parquet de 1 mètre au moins, et quand ce

perfectionnement aura été fait, le géorama touchera au plus haut point de perfection qu'une mappemonde de cette espèce puisse atteindre.

» Nous nous rappelons avoir entendu dire à notre illustre confrère, M. de Humboldt, au sortir de l'ancien géorama : « Malgré le grand usage que j'ai » fait toute ma vie de cartes géographiques, je ne m'étais jamais, par » exemple, rendu compte de la figure et de l'étendue de la Polynésie, ni de » l'océan Pacifique. Ce que je viens de voir rectifie beaucoup des idées que » je m'étais forgées sur les rapports qu'ont entre elles les terres et les mers. » En effet, quelque habitude qu'on puisse avoir des cartes, il est une multitude de rapports de configurations et de distances dont la manière consacrée de représenter les choses ne saurait donner une idée juste; quelque opération d'esprit est toujours nécessaire pour régulariser dans la mémoire ce que des nécessités de convention commandent dans la représentation, sur une surface plane, de ce qui est arrondi en réalité. Pourrait-on par exemple, sans s'y être habitué par le raisonnement, se figurer comment sont faites les régions circompolaires, d'après une carte selon Mercator, qui les évase jusqu'à les disposer comme le côté d'un carré; ou sur une carte selon Ptolémée, qui les amincit en faisant coïncider les méridiens au sommet d'un cône? Il n'en est point ainsi au géorama, où il suffit de tourner la tête et de promener les yeux autour de soi pour apercevoir, dans leurs proportions et leurs situations respectives, chaque chose correspondant exactement où la main même du Créateur les plaça. C'est au géorama qu'on peut comparer, sans le moindre effort d'imagination, les convenances qu'ont entre eux chaque empire, et se rendre compte des causes par lesquelles les plus étendus en surface pourraient bien n'être pas nécessairement les plus grands en réalité. Sous le point de vue politique, l'aspect d'une telle carte n'est donc pas moins utile qu'en géographie naturelle; une séance d'une heure dans son milieu eût à coup sûr épargné de grandes fautes à plus d'un homme d'État des temps passés, et beaucoup de pages prétentieusement sonores à de beaux esprits du dernier siècle, qui espéraient faire époque dans les sciences physiques parce qu'ils en écrivaient emphatiquement. Le cabinet d'un ministre de la Marine serait très-convenablement placé dans le géorama, où les leçons de géographie profiteraient beaucoup mieux aux auditeurs les moins intelligents, que celles où le plus habile professeur disserte en face de cartes plus ou moins grandes, et sur lesquelles des topographes de profession semblent se complaire à perpétuer des erreurs notoires. La jeunesse surtout se gravera facilement et profondément dans le souvenir, en visitant le géorama, la physionomie du monde entier. Les personnes plus instruites doivent également s'y rendre pour re-

dresser les fausses notions que leur donnent les cartes sur lesquelles on est réduit à défigurer, plus ou moins, les accidents qui singularisent le terrain, les rapports et les distances. On a objecté que toutes ces choses apparaîtraient convexes dans la nature, tandis qu'elles deviennent concaves dans le géorama, et dit qu'une sphère de carton devrait donner des idées plus justes. Mais, dans une sphère opaque, on ne peut se faire une idée, en quelque sorte spontanée, de l'ensemble de tout ce qui s'y trouve figuré, et il faut la faire tourner ou circuler soi-même tout à l'entour, quand on en veut distinguer successivement la surface, dont l'opacité ne permet pas de discerner comparativement les formes et les proportions des détails représentés. On est censé, pourrait-on objecter encore, n'y distinguer les choses que de dedans en dehors : qu'importe pourvu qu'on les voie respectivement en leur véritable lieu; il ne sera jamais nécessaire que d'une opération d'esprit beaucoup moins laborieuse pour obvier à l'unique inconvénient du géorama, qu'aux inconvénients nombreux dont il est de la nature des représentations à plat d'être nécessairement viciées. Aussi devons-nous déclarer que nous avons tiré grand profit, pour notre propre instruction, de quelques heures passées dans ce que nous avions mission de juger.

» Après nous être complu dans l'examen du géorama, nous avons engagé M. Guérin à compléter son œuvre en y indiquant, par quelques teintes plus foncées à travers les océans azurés, les courants, qui sont d'une si grande importance dans leur histoire, et que les navigateurs sentent la nécessité d'étudier mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'à ces derniers temps. Ces courants, au moins les principaux, représentés dans l'étendue transparente de la sphère, avec la même exactitude que le sont certains détails de géologie sur la partie opaque qui représente la croûte terrestre, y seraient d'un intérêt d'autant plus considérable, que la plupart y rendraient raison d'anomalies jusqu'ici inexplicables dans la distribution géographique des êtres organisés à la surface du globe, où plusieurs espèces d'animaux et de plantes, regardées comme propres à de certains climats, semblent s'égarer, comme par caprice, jusqu'en des régions lointaines, qui paraîtraient devoir être soumises à des influences atmosphériques fort différentes.

» Quand cette addition sera faite, le géorama devra être considéré comme l'image la plus satisfaisante qu'on ait jamais donnée de la planète que nous habitons. Nous pensons qu'on y acquerra, en moins de temps et mieux que de toute autre façon, la connaissance suffisante d'une science généralement assez mal comprise, et dans laquelle il nous semble réellement honteux de ne pas être d'une certaine force, à quelque classe de la société

qu'on puisse appartenir. Le géorama de M. Guérin doit donc puissamment concourir à la bonne direction, ainsi qu'à la généralisation des études géographiques, et nous proposons à l'Académie de témoigner à l'auteur l'intérêt qu'elle porte à son établissement, en l'engageant à ne rien négliger pour le rendre de plus en plus digne de l'attention du monde savant, et de celle du public qui veut s'instruire. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Note sur quelques cyanures métalliques; par* M. **Balard.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« L'étude des cyanures métalliques, quoiqu'elle ait fait l'objet des expériences de beaucoup de chimistes, laisse encore des points douteux à éclaircir, des faits mal observés à rectifier. J'ai entrepris quelques recherches dans le but d'obtenir certaines combinaisons analogues au prussiate jaune, et d'éclairer ainsi les chimistes sur la véritable constitution de ce composé, par l'examen des combinaisons analogues. Elles m'ont amené à observer, sur les combinaisons du cyanogène avec le cuivre et le manganèse, quelques faits nouveaux dont je poursuis l'étude, mais dont je désire communiquer, dès aujourd'hui, les plus saillants à l'Académie.

» Quand on traite l'oxyde de cuivre par de l'acide cyanhydrique, ou qu'on précipite un sel de cuivre par une dissolution de cyanure de potassium, il y a formation d'un précipité jaune que l'on a cru, jusqu'à aujourd'hui, être un cyanure d'une constitution correspondante à celle du bioxyde.

» J'ai constaté que, dans cette réaction, il y avait élimination de cyanogène, en proportions variables, et que, selon des circonstances à la recherche desquelles je suis encore, on obtenait tantôt du protocyanure blanc, tantôt le cyanure jaune, dont la constitution est intermédiaire entre celle du protocyanure et celle d'un cyanure correspondant au bioxyde; celui-ci reste à découvrir.

» Ce composé jaune de cyanure et de cuivre est susceptible de se dissoudre aisément dans le cyanure de potassium; mais cette dissolution s'effectue avec une nouvelle élimination de cyanogène, et l'on obtient ainsi un cyanure double anhydre, du cyanure de potassium et du protocyanure de cuivre réunis équivalent à équivalent.

» Ce cyanure double s'obtient aussi directement quand on dissout à chaud du protocyanure de cuivre dans du cyanure de potassium.

» Ce composé présente une ressemblance très-grande avec le cyanure double que l'on obtient sous la forme de belles lames cristallines, en dissolvant du cyanure d'argent dans une dissolution chaude de cyanure de potassium. La constitution de ce composé est la même que celle du composé précédent.

» Le cyanure de nickel peut aussi se combiner avec le cyanure de potassium, mais ce composé est jaune et contient 1 équivalent d'eau.

» Le précipité que forment les dissolutions de cyanures alcalins dans les sels de manganèse ne se dissout pas sensiblement dans le cyanure de potassium en excès, et mes recherches pour obtenir un composé du manganèse analogue, ou prussiate jaune, ont été jusqu'ici infructueuses; mais si l'on expose ce précipité à l'air, il se colore et se dissout alors abondamment dans le cyanure de potassium, et donne lieu, par le refroidissement ou l'évaporation de la liqueur, à de longues aiguilles cristallines qui présentent, avec le prussiate rouge de potasse, une analogie parfaite d'apparence et de nature.

» Ce composé, qui établit ainsi entre le chrome et le fer un lien de plus, est beaucoup moins stable que le composé analogue du fer; il se décompose par l'eau et même l'alcool; la solution de cyanure de potassium est son véritable dissolvant.

» Sa dissolution, versée dans les dissolutions métalliques, donne lieu à des précipités qui se décomposent aussi fort aisément et qui présentent des teintes diverses; parmi ces teintes, je signalerai celle d'un bleu de cobalt qu'il produit dans les sels de protoxyde de fer, et la teinte rose que possède le précipité formé dans les sels de zinc. Cette teinte est absolument la même que celle que développe la même dissolution dans les sels de cadmium. Le sesquimangano-cyanure de potassium peut devenir dès lors un réactif utile pour reconnaître les dissolutions de ces deux métaux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur la théorie des équations différentielles; par* M. **J.-A. Serret**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Cauchy, Binet.)

« Des considérations particulières, dont on trouve le développement dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, m'ont conduit à quelques théorèmes généraux qui, je crois, jetteront quelque lumière sur la théorie des équations différentielles et de leurs solutions singulières.

» Je me contenterai, dans cet extrait, de donner les énoncés de quelques-uns de ces théorèmes.

» 1[er] *Théorème.* Désignons par α et β deux constantes arbitraires, et supposons que les équations

$$(1)\qquad \begin{cases} \varphi\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^m y}{dx^m}\right) = \alpha, \\ \psi\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^m y}{dx^m}\right) = \beta, \end{cases}$$

soient deux intégrales premières d'une même équation différentielle de l'ordre $m + 1$,

$$\varepsilon = 0;$$

on pourra toujours ramener l'intégration d'une équation de la forme

$$(2)\qquad F(\varphi, \psi) = 0$$

à celle d'une équation de l'ordre $m - 1$, et cela quelle que soit la forme de la fonction F.

» Soit

$$(3)\qquad f\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}}, \alpha, \beta\right) = 0$$

l'équation qui résulte de l'élimination de $\frac{d^m y}{dx^m}$ entre les équations (1): l'intégrale générale de l'équation (3) fera connaître celle de l'équation (1); et de plus, à chacune des solutions singulières de l'équation (3), correspondra une solution singulière de l'équation (2).

» 2[e] *Théorème.* L'équation (2) peut encore admettre d'autres solutions singulières que celles dont on vient de parler; celles-ci satisfont nécessairement à une équation différentielle de l'ordre $(m - 1)$ que l'on obtient en éliminant α et β entre les équations

$$F(\alpha, \beta) = 0,$$
$$f\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}}, \alpha, \beta\right) = 0,$$
$$\frac{\frac{df}{d\alpha}}{\frac{dF}{d\alpha}} = \frac{\frac{df}{d\beta}}{\frac{dF}{d\beta}}.$$

» *Corollaire.* Les théorèmes précédents fournissent quelques considéra-

tions nouvelles relatives à la théorie des développantes des courbes planes. Ils permettent, dans un grand nombre de cas, d'abaisser l'ordre des équations différentielles; ainsi, par exemple, ils fournissent immédiatement, et sans intégration, l'équation, sous forme finie, des lignes de courbure des surfaces du second ordre.

» 3ᵉ *Théorème*. Si $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{n+1}$ sont des fonctions de $x, y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^m y}{dx^m}$, et que les équations

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \text{constante}, \\ \varphi_2 &= \text{constante}, \\ &\ldots\ldots \\ \varphi_{n+1} &= \text{constante}, \end{aligned}$$

soient $n+1$ intégrales premières d'une même équation différentielle, on pourra toujours ramener l'intégration de l'équation

$$F(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{n+1}) = 0$$

à celle d'une équation de l'ordre $m-n$, et cela quelle que soit la forme de la fonction F; on peut également connaître les solutions singulières de l'équation précédente.

» 4ᵉ *Théorème*. Toute équation différentielle

$$\varpi\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^m y}{dx^m}\right) = 0$$

peut être mise sous la forme

$$F(\varphi, \psi) = 0,$$

φ et ψ étant des fonctions de $x, y, \frac{dy}{dx}, \ldots, \frac{d^m y}{dx^m}$, assujetties à la condition que les équations

$$\begin{aligned} \varphi &= \text{constante}, \\ \psi &= \text{constante}, \end{aligned}$$

soient deux intégrales premières d'une même équation différentielle.

» 5ᵉ *Théorème*. Une équation différentielle de l'ordre m, outre sa solution générale, peut admettre $2^m - 1$ solutions singulières distinctes, mais elle ne peut en admettre davantage. »

CHIRURGIE. — *Recherches sur les blessures des vaisseaux sanguins; par* M. AMUSSAT; deuxième partie.

(Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

L'auteur résume dans les termes suivants les conclusions qui se déduisent des recherches exposées dans son Mémoire :

« 1°. Lorsqu'une artère, coupée en travers dans une grande plaie, cesse spontanément de donner du sang, c'est une erreur de croire que c'est par le spasme, l'éréthisme, la contraction de l'artère que ce phénomène survient, comme on le professe généralement;

» 2°. La cessation de l'hémorragie est produite par un obstacle physique, par un caillot sanguin qui ferme et obstrue complétement l'extrémité du vaisseau.

» J'ai établi ce fait par des expériences directes sur les animaux vivants et même par des observations recueillies sur l'homme.

» 3°. En observant une artère divisée complétement, on voit tout d'abord qu'elle donne à plein jet, et on distingue le bout du vaisseau saillant au-dessus du niveau de la plaie; bientôt on observe une saillie rouge, conique, et le jet diminue; enfin il cesse entièrement et l'on aperçoit alors une petite saillie rouge, mamelonnée, une sorte de moignon qui est soulevé à chaque pulsation du cœur. C'est le *caillot spontané* ou *bouchon obturateur*, que l'on observe également sur l'homme comme sur les animaux.

» 4°. Ce caillot spontané n'est pas simplement un bouchon, comme je l'avais d'abord supposé; c'est une espèce de capuchon ou cône creux, soudé et faisant corps avec le rebord ou pourtour de l'ouverture artérielle, et particulièrement avec la membrane celluleuse.

» Il résulte de cette disposition que le tube artériel se prolonge dans le caillot et se termine en cul-de-sac : si l'on coupe transversalement ce caillot conique, à différentes distances, entre son sommet et l'extrémité de l'artère divisée, on trouve un trou ou canal central dont le diamètre diminue à mesure qu'on s'éloigne de la section du vaisseau. Ce fait explique parfaitement la diminution progressive du jet de sang et l'obturation complète de l'artère.

» 5°. Le fait de la formation du caillot spontané obturateur est d'une grande importance pratique pour les chirurgiens; car, au lieu de chercher l'orifice béant d'une artère divisée, comme on l'enseigne dans les cours et dans les livres, ils devront chercher un caillot et non pas une *lumière* artérielle, comme sur les cadavres après les manœuvres opératoires.

» 6°. La difficulté de trouver un vaisseau obturé par un caillot, lorsqu'on n'a pas appris à le reconnaître sur les animaux vivants, et les accidents graves qui en résultent, doivent engager les chirurgiens à faire des études auxquelles on ne peut se livrer ni dans les livres, ni sur le cadavre, ni en opérant sur l'homme, mais seulement en ayant recours aux vivisections.

» 7°. Enfin, mes expériences et les faits observés sur l'homme prouvent qu'il ne faut pas trop se hâter d'abandonner les recherches auxquelles on s'est livré pour trouver un vaisseau que l'on croit obturé définitivement, car des hémorragies graves peuvent survenir malgré la compression et le tamponnement. Les faits malheureux abondent à l'appui de cette proposition. »

CHIRURGIE. — *Note sur l'heureux emploi du mucilage de gomme arabique et de la baudruche dans le traitement des plaies suppurantes; par* M. **Laugier**. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Roux, Velpeau.)

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que je viens de mettre en usage, à l'hôpital Beaujon, un mode de pansement des plaies suppurantes qui leur donne les avantages de la réunion immédiate, quel que soit l'écartement de leurs bords, et à l'aide duquel la cicatrisation est obtenue avec une remarquable rapidité.

» Le même pansement peut convenir aux plaies récentes dont les bords ne sont pas rapprochés, et tout fait présumer que, pour celles dont les lèvres peuvent être réunies, il est préférable aux moyens ordinaires de réunion immédiate usités dans les hôpitaux, parce qu'il s'oppose plus exactement au contact de l'air et de tout corps nuisible.

» Ce pansement est d'une grande simplicité, puisqu'il suffit, pour le faire, d'une solution épaisse de gomme arabique et d'un morceau de peau de baudruche; appliqué à des plaies en pleine suppuration et déjà couvertes de bourgeons charnus, il semble arrêter, ou plutôt diminuer le travail de la suppuration, et accélérer celui de la cicatrisation.

» Une plaie de 30 millimètres en tous sens, couverte de granulations et de suppuration louable, n'avait plus, au bout de cinq jours, que 10 millimètres de long sur 5 millimètres de large; la cicatrice avait marché avec une telle rapidité, que les granulations recouvertes d'un épiderme fin étaient aussi nombreuses et aussi visibles qu'en pleine suppuration. On pouvait toutefois toucher cette cicatrice récente sans causer la moindre sensation douloureuse.

» Plusieurs malades, dans des conditions analogues, sont déjà guéris ou en voie de guérison rapide. J'ai appliqué ce pansement à la plaie d'une amputation du sein, de 10 à 12 centimètres de longueur sur 3 à 4 de profondeur, très-enflammée, couverte de suppuration abondante, et dès le lendemain, celle-ci avait beaucoup diminué sans qu'il y eût rétention du pus au fond de la plaie. La mamelle pouvait être pressée sans douleur, et la surface de la plaie visible sous la peau de baudruche sèche et adhérente pouvait être palpée dans toute son étendue sans douleur. Après quarante-huit heures, l'état de la plaie est le même; une petite quantité de sérosité purulente a suinté à l'extrémité externe de la plaie; l'état général de la malade est parfait.

» Je me propose d'adopter, sous peu de jours, le même pansement pour la plaie d'une amputation de la cuisse que je vais pratiquer.

» Je n'attribue à la gomme et à la baudruche aucun autre rôle que de couvrir plus exactement, et, si je puis le dire, plus hermétiquement la surface et les bords des plaies. Si l'on a cherché, jusqu'ici, à hâter la cicatrisation des plaies par la méthode des pansements tardifs, ou en les recouvrant avec des substances auxquelles on attribuait des propriétés spécifiques merveilleuses, on n'a pas entrepris, que je sache du moins, d'arrêter ou de modérer le travail de la suppuration par l'application de substances aussi inertes que la solution de gomme et la baudruche. Les emplâtres simplement adhésifs ne sont pas d'ailleurs applicables aux larges plaies qui suppurent.

» On sait bien déjà que certaines plaies, qui ne se réunissent pas par première intention, se cicatrisent sous des croûtes formées par le sang et la suppuration desséchés à leur surface (et je ne doute pas qu'avec le mode de pansement que je propose, on n'obtienne un résultat qui, au point de vue de la physiologie pathologique, puisse être considéré comme analogue); mais on sait que ces croûtes ne se forment, en général, avec une solidité suffisante, que sur des plaies superficielles et de peu d'étendue; on sait qu'elles ne se forment pas sur les grandes plaies en pleine suppuration. Un seul exemple, je crois, cité par Hunter, prouve qu'à la rigueur cela n'est pas impossible.

» Tel est le but principal de la méthode de pansement que je propose; elle permettra, je l'espère, de fermer aussi plus exactement qu'avec les emplâtres adhésifs, les plaies qui résultent des opérations sanglantes, une fois le premier suintement séro-sanguin arrêté, et de placer les solutions de continuité profondes faites à travers des plaies tégumentaires étendues dans des conditions très-rapprochées de celles qui se pratiquent par les méthodes dites sous-cutanées. Ce serait augmenter les chances de succès des grandes opérations de la chirurgie.

» En m'arrêtant à ce résultat, j'aurais déjà, ce me semble, fait une acquisition précieuse pour la pratique chirurgicale; mais je dois ajouter que j'ai été conduit à ces essais de pansement par des vues théoriques très-générales sur la terminaison de l'inflammation par suppuration, et sur les usages du pus par rapport aux surfaces qui le fournissent. J'espère démontrer que, depuis les immortels travaux de John Hunter, on a considéré d'une manière trop absolue la suppuration comme diamétralement opposée et contraire au travail de la réunion des parties divisées, et au produit de l'inflammation adhésive. »

PATHOLOGIE. — *Sur la communication de la syphilis à des Quadrumanes, des Carnassiers et des Rongeurs;* Note de M. **Auzias Turenne.**

(Commissaires, MM. Serres, Roux, Rayer.)

« L'administration éclairée du Muséum d'histoire naturelle, si bienveillante quand il s'agit d'encourager les travaux utiles, ayant mis à ma disposition quelques singes, j'ai pu constater par plusieurs expériences la possibilité d'inoculer la syphilis à ces mammifères. J'ai consigné le résumé de ces expériences dans un paquet cacheté dont j'ai prié l'Académie d'accepter le dépôt dans la séance du 30 septembre dernier.

» Depuis cette époque, j'ai communiqué la syphilis au chat, au chien et au lapin.

» Ces résultats ne sont que les prémices de recherches que j'ai entreprises, et que je me propose de soumettre, quand elles seront terminées, au jugement de l'Académie. Mais, comme il s'agit d'un fait important que Hunter et ses successeurs ont en vain essayé de produire, je prie l'Académie de vouloir bien, en le faisant constater par une Commission, m'honorer de son suffrage et de ses conseils. »

M. **Lacauchie** soumet à l'Académie la première partie d'un travail ayant pour titre : *Études hydrotomiques et micrographiques.*

« Dans ce Mémoire, dit l'auteur, je fais connaître quelques-uns des résultats auxquels je suis arrivé à l'aide des injections continues d'eau, nouveau procédé pour les recherches anatomiques, que j'ai désigné sous le nom d'*hydrotomie*.

» En appliquant ce procédé à l'étude de l'estomac et des intestins grêles, j'ai pu bien déterminer la disposition des fibres musculaires longitudinales. Je crois être parvenu à démontrer que la tunique celluleuse est bien diffé-

rente de la tunique fibreuse, et à faire voir comment se comportent dans son épaisseur les vaisseaux sanguins et chylifères.

» En traitant de la même manière le gros intestin, j'ai vu la tunique interne s'en détacher avec une grande facilité. J'ai découvert dans cette tunique un nombre infini de petites ouvertures irrégulières, dont je ne me rendais pas bien raison tant que mes recherches ne portaient que sur l'homme, mais que j'ai reconnues, en portant mes investigations sur le chien, comme les extrémités ouvertes de tubes qui, par leur nombre, constituent un appareil sécréteur très-puissant. Cet appareil, au reste, comme je m'en suis plus tard assuré, ne se borne pas au gros intestin, mais s'étend aussi aux parties supérieures du tube digestif. En considérant l'étendue et l'importance de cet appareil, je ne concevais guère qu'il eût pu échapper aux investigations des anatomistes, et, en effet, j'en ai trouvé bientôt l'indication dans un Mémoire de Galeati (*Recueil des travaux de la Société de Bologne*, année 1737). Cette découverte a dû passer inaperçue dans le grand débat qui avait lieu entre les partisans du système de Malpighi et du système de Ruisch. Cependant le triomphe qu'ont obtenu les derniers n'est peut-être pas définitif, et je penche à croire que la vérité était du côté du grand anatomiste italien. J'ai cherché, dans mon Mémoire, à démontrer que la *disposition cave* de la *membranule sécrétante* de Malpighi n'est qu'une circonstance secondaire, et que la nature l'a fréquemment développée, non plus en la déprimant, mais en la projetant. Il est évident qu'avec les idées qu'on se faisait des glandes, on a dû souvent méconnaître celles qui se présentaient avec ce caractère, et que je trouve surtout dans les cavités closes, les articulations contiguës, le péricarde, les plèvres, le péritoine et l'arachnoïde. »

(Commission précédemment nommée.)

M. Devergie soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : *Du cuivre et du plomb qui se trouvent naturellement contenus dans les organes de l'homme.*

« L'auteur annonce avoir eu pour but dans ce Mémoire :

» 1°. De rappeler qu'il est, avec Hervy, l'auteur de la démonstration de l'existence de ces deux métaux dans les organes de l'homme;

» 2°. De faire voir que si MM. Danger et Flandin nient l'existence de ces métaux dans ces organes, c'est qu'ils se servent pour les rechercher d'un procédé qui ne les met pas à nu;

» 3°. De montrer que la présence de ces métaux dans nos organes coïncide avec les recherches antérieures faites sur un grand nombre de végétaux;

» 4°. De faire connaître le procédé qu'il a suivi pour démontrer l'existence du cuivre et du plomb ;

» 5°. De prouver que l'expression *normal,* employée pour les qualifier, est faussement appliquée et qu'il ne s'en est jamais servi. »

(Commission de l'arsenic.)

MM. **Barse**, **Lanaux** et **Follin** adressent une Note sur le même sujet.

Déjà, dans une communication précédente, M. Barse annonçait avoir constaté la présence du plomb et du cuivre dans le foie et le canal intestinal de deux individus morts dans les hôpitaux de Paris, et citait, comme confirmatifs des résultats qu'il avait obtenus, ceux auxquels étaient arrivés de leur côté MM. Lanaux et Follin opérant sur les deux mêmes cadavres (*voir* le *Compte rendu* du 14 août 1843). Aujourd'hui ces trois chimistes, après avoir répété en commun leur travail, en agissant sur le cadavre d'un individu également décédé dans un hôpital de Paris, déclarent qu'ils persistent dans l'opinion qu'ils avaient précédemment émise, savoir : « que des experts chargés d'une investigation médico-légale peuvent trouver, dans les organes d'un individu qui aura succombé à une mort naturelle, des traces sensibles d'une substance réputée vénéneuse, du cuivre et du plomb par exemple.

» Toutefois, ajoutent-ils, d'après des expériences qui ont été indiquées, et dont nous avons constaté l'exactitude, nous croyons qu'il est possible de reconnaître si le cuivre et le plomb trouvés dans un cadavre proviennent d'un empoisonnement qui a causé la mort, ou si ces métaux existaient dans l'économie à l'état constitutionnel. »

(Renvoi à la Commission de l'arsenic.)

M. **Dembinski** présente un nouveau Mémoire sur son *mode d'occlusion du tube pneumatique dans les chemins de fer atmosphériques*. Ce Mémoire est accompagné d'une figure.

(Commission précédemment nommée.)

CHIRURGIE. — *Traitement de la gastralgie et des névralgies du plexus cardiaque, par l'ébranlement nerveux de la branche pharyngienne des nerfs pneumo-gastriques ; par* M. **Ducros**.

(Commission précédemment nommée.)

M. **Levaillant**, commandant de Philippeville et membre de la Commis-

sion scientifique de l'Algérie, adresse une Note relative à un *Lotus* (jujubier) qu'il considère comme appartenant à une espèce non décrite.

« Par son port comme par ses feuilles, dit M. Levaillant, cet arbre diffère notablement de ses congénères. Son fruit, dont j'envoie quelques spécimens, est agréable au goût. Les indigènes lui attribuent des propriétés merveilleuses, et cette circonstance, jointe à d'autres qui résultent de nos observations personnelles, me porte à penser que cette nouvelle espèce pourrait bien être celle à laquelle se rapportent les fables si connues des anciens. »

(Commissaires, MM. Ad. Brongniart, Gaudichaud.)

M. Menici envoie de Pise un Mémoire, écrit en italien, sur l'*asparagine* qu'on obtient de la *Vescia sativa* à l'état d'étiolement, et sur la source de l'azote que renferme la plante dans cet état. Les recherches de M. Menici avaient été déjà mentionnées dans une Note adressée à l'Académie, par M. Piria et dans une Lettre de M. Gaultier de Claubry. (Voir le *Compte rendu* de la séance du 16 septembre et celui de la séance du 14 octobre, pages 557 et 774.)

(Commissaires, MM. Pelouze, Regnault, Payen.)

M. E. Robert se fait connaître comme auteur d'une Note, précédemment adressée, sur un *moyen destiné à prévenir l'écrasement des wagons dans le cas de choc produit, soit par l'arrêt subit des wagons précédents, dans le cas de déraillement, soit par la rencontre de deux trains marchant en sens opposé.*

Lorsqu'elle était parvenue à l'Académie, la Note n'était signée que des initiales de M. E. Robert et n'avait pu, d'après un article du règlement, être renvoyée à l'examen d'une Commission.

(Commission des chemins de fer.)

M. le Secrétaire perpétuel rappelle que parmi les pièces adressées pour le concours concernant la *production de la voix,* il en est une que l'auteur avait envoyée sous pli cacheté, avec prière de n'ouvrir le paquet que sur la demande qu'il en ferait : l'examen des pièces étant commencé, il est bon que l'auteur puisse savoir que s'il ne faisait pas connaître à temps son intention, son Mémoire serait considéré comme non avenu.

CORRESPONDANCE.

AGRONOMIE. — *Lettre de* M. le MINISTRE DE LA GUERRE *concernant les essais faits par ses ordres en Algérie pour la culture du pavot et la récolte de l'opium.*

« Dans ses Rapports du 4 novembre 1843 et du 12 février 1844, l'Académie des Sciences a constaté l'excellente qualité de l'opium récolté en Algérie, que j'avais soumis à son examen. Elle a émis, en même temps, l'avis qu'une expérience prolongée était indispensable pour décider l'opportunité de cette culture sous le rapport économique.

» Conformément aux conclusions des Rapports précités, j'ai donné des instructions à M. le directeur de l'intérieur pour que de nouveaux essais fussent tentés, tant à la pépinière centrale du Gouvernement que par les soins de M. Simon, sur un terrain que je lui ai fait remettre à cet effet.

» Ce fonctionnaire vient de me transmettre les produits obtenus à la pépinière centrale, ainsi que le Rapport dans lequel M. Hardy, directeur de cet établissement, lui rend un compte détaillé de ses opérations et des résultats qu'elles ont donnés.

» M. Hardy a récolté $2^{kil},350$ d'opium. Les pluies continuelles et les vents froids qui, cette année, se sont prolongés jusqu'au commencement de juillet, ont été nuisibles à la récolte, et M. Hardy estime à un quart la perte qui a été occasionnée par le mauvais temps.

» M. le directeur de la pépinière a, en outre, mis sous presse 1 décalitre de graines de pavot. Il a obtenu, d'une première pressée à froid, $1^{kil},972$ d'une huile très-colorée, d'une saveur douce et agréable, et, par une seconde pression, après avoir chauffé le tourteau et ajouté $\frac{1}{5}$ d'eau, $0^{kil},590$ d'une huile plus âcre : ce qui porte le rendement total à $2^{kil},562$.

» J'ai l'honneur de vous envoyer ces échantillons divers, ainsi qu'une certaine quantité de graines de pavot; j'y joins une copie du Rapport intéressant adressé par M. Hardy, sur ce sujet, à M. le directeur de l'intérieur.

» Je vous transmets également 525 grammes d'opium récolté par M. Simon (de Metz), d'après des procédés qui lui sont propres, et qui paraissent être le fruit d'une intelligente étude et d'une longue expérience.

» Je vous prie, monsieur le Secrétaire perpétuel, de vouloir bien communiquer à l'Académie des Sciences le Rapport ci-joint, ainsi que les échantillons dont il vient d'être parlé, afin qu'elle en fasse l'objet d'un examen

spécial dont j'aurai soin de faire publier les résultats. J'ai lieu d'espérer qu'elle trouvera dans ce nouvel examen l'occasion et les moyens de se fixer sur les avantages que la culture du pavot pourrait offrir aux cultivateurs algériens, et de me fixer moi-même sur le degré d'encouragement que je devrais lui accorder. »

Le Mémoire de M. Hardy, et les produits qui accompagnent la Lettre de M. le Ministre, sont renvoyés à l'examen de la Commission qui a fait le Rapport sur de précédentes communications relatives aux cultures de l'Algérie.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** écrit relativement à la découverte qui vient d'être faite, dans une carrière à plâtre de l'arrondissement de Saint-Denis, d'une pétrification que l'on désigne comme un *anthropolithe*.

MM. Alex. Brongniart, de Blainville et Flourens sont invités à prendre connaissance de cette pièce et à en faire l'objet d'un Rapport à l'Académie.

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. **F. Dujardin**, l'*Histoire naturelle des Helminthes*, et appelle l'attention sur les longues et laborieuses recherches qu'a dû exiger la composition d'un pareil ouvrage.

Dans dix années d'une étude presque exclusivement consacrée à ce sujet, M. Dujardin, ainsi qu'il nous l'apprend lui-même, a disséqué ou exploré plus ou moins complétement, pour y chercher ces vers, 2400 animaux vertébrés appartenant à 200 espèces environ, et 300 invertébrés; il a recueilli et étudié vivants plus de 250 espèces d'helminthes. « Rudolphi, remarque l'auteur, en avait vu ou trouvé 368 dans 476 espèces de vertébrés. Toutefois, la plupart de ces helminthes avaient été à peine étudiés précédemment, et je pouvais me croire assez riche de faits et d'observations nouvelles pour en faire le sujet d'une publication. Mais à mon arrivée à Paris, au mois de juillet, et lorsque déjà mon livre était sous presse, M. le professeur Valenciennes a bien voulu me confier tous les objets de la collection helminthologique du Muséum, comprenant deux envois faits par le Muséum de Vienne, en 1816 et 1841. Or, M. Valenciennes avait lui-même commencé, sur les helminthes, des travaux importants qu'il doit publier et que nous avons l'occasion de citer; je ne saurais donc le remercier assez de ce procédé généreux, pour lequel je lui offre publiquement l'expression de ma profonde gratitude. »

M. **Despretz** fait hommage, au nom de l'auteur, M. **Duchemin Bois-Jousse**, d'un Traité élémentaire de musique. (Voir au *Bulletin bibliographique*.)

M. **Girou de Buzareingues** écrit relativement à quelques observations qu'il a faites sur la *tendance des tiges de végétaux à se diriger vers la lumière*,

et sur leur *tendance à se diriger verticalement en haut* quand elles sont tenues dans une obscurité complète, aussi bien que lorsqu'elles sont exposées à la lumière diffuse.

CHIMIE. — *Réclamation de* M. **Jacquelain** *à l'occasion de la Note de* M. Peligot *intitulée :* « Sur un moyen d'obtenir certains métaux parfaitement purs. »

« Je regrette vivement que la communication de M. Peligot, adressée le 30 septembre 1844 à l'Académie des Sciences, m'ait imposé l'obligation de faire connaître avant le temps les principaux résultats des recherches entreprises depuis quelques années sur la préparation de corps purs, simples ou composés, dans le but de reprendre la détermination de quelques équivalents.

» En effet, la précipitation dans le travail, et surtout dans la publication, entraîne à des inconvénients si graves pour la science, que jamais je ne consentirai à spéculer sur la fréquence des mentions ou des annonces, quand même il y aurait quelque dignité à suivre ce plan de conduite.

» M. Peligot a donné à sa Note le titre suivant : *Sur un moyen d'obtenir certains métaux parfaitement purs*. Il consiste à décomposer certains chlorures métalliques sous l'influence de la chaleur et d'un courant de gaz hydrogène sec et pur; mais, de l'aveu de M. Peligot, ce procédé n'est pas nouveau; puis il termine en disant : « Je ne pense pas que l'on ait jamais obtenu le » fer doué de tous ces caractères métalliques dans l'état de pureté que pré» sente l'échantillon que vous voulez bien mettre sous les yeux de l'Aca» démie. »

» Il est si peu nouveau, en effet, que les ouvrages modernes en font mention (1); enfin, c'est par ce procédé que je préparai, en 1842 et 1843, avec des échantillons de divers chlorures métalliques très-purs, les métaux qui leur correspondent.

» Ces produits, pour la plupart connus de M. Dumas, je les ai montrés à M. Peligot et déposés sur la table de l'amphithéâtre, suivant l'opportunité de ses leçons.

» Ceux que j'ai fait connaître à M. Peligot sont les chlorures de chrome, de nickel, de fer, de cuivre, l'iodure de cuivre, le fer pur réduit de l'oxyde et mis en lingot à froid, le fer en feuillets papiracés souples, brillants et d'apparence cristalline provenant du prochlorure anhydre réduit par l'hydrogène; le cuivre, préparé dans les mêmes conditions, offrant des carac-

---

(1) *Voyez* Thenard, t. III, p. 29; et Dumas, t. II, p. 137.

tères tout à fait semblables à ceux du fer, si ce n'est qu'il présente en différents points la teinte purpurine due aux réflexions successives de la lumière sur les masses de filaments métalliques; le palladium, également réduit du chlorure. Toutes ces préparations ont été admirées de MM. Masson et Burat, professeurs à l'École centrale.

» Je sais bien que l'oubli et l'ignorance d'un fait s'équivalent, dans les conditions de délicatesse où je me plais à placer M. Peligot; mais je n'en suis pas moins surpris, d'une manière fort étrange, de le voir si mal servi par sa mémoire.

» Enfin, si quelques doutes pouvaient encore planer sur mes assertions, on conviendra sans peine que les échantillons variés mis sous les yeux de l'Académie, les procédés de préparation, la discussion des faits par l'analyse et la rédaction, ne sont pas une œuvre improvisée en quinze jours.

» Quant à la remarque pleine de justesse faite par M. Dumas, à l'occasion de la Lettre de M. Peligot, je m'estime très-heureux de pouvoir m'y associer. C'est en vue de ces considérations, en effet, que je préparai en 1842, par un procédé nouveau je pense, du cadmium, du bismuth, de l'antimoine, du mercure et du zinc, dont M. Regnault a pris la chaleur spécifique. (Je veux parler de la distillation de ces métaux dans un courant d'hydrogène. *Voir* mon Mémoire sur le zinc, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome VII, pages 203 et 204.) Ces produits sont également déposés sous les yeux de l'Académie.

» A l'époque de cette présentation, la révision des équivalents devenait un travail non-seulement à l'ordre du jour, mais encore une tâche dont l'accomplissement avait été jugé indispensable en France.

» Cependant ces faits et ces préparatifs ne pouvaient pas être ignorés de M. Dumas, car jusqu'en 1843, les dix Mémoires que j'ai publiés lui ont toujours été confiés, pour savoir s'ils méritaient l'attention de l'Académie; souvent même quelques points ont été corrigés par lui, et je l'en remercierai toujours avec bonheur. Je le répète à dessein, tout le monde peut commettre des oublis involontaires. Quoi qu'il en soit, ces métaux purs ont passé inaperçus, tout aussi bien que mon Mémoire sur le moyen d'obtenir le platine cristallisé. Pour me contenter d'effleurer le sujet, j'ajouterai enfin que le 3 mai 1842, les dix-neuf composés définis nouveaux (1) appar-

(1) Voici les noms provisoires de ces composés : résine d'indigo, combinaison de brésiline, combinaison d'hématine, autre matière jaune de la garance, véritable purpurine, orella-

tenant au règne végétal et animal, déposés sur le bureau de l'Académie, avec Notes, analyses et Mémoires à l'appui, ont eu le même sort.

» Si donc il y a quelque mérite à obtenir des corps simples purs, par des procédés connus, je crois avoir mis les chimistes en état de prononcer entre M. Peligot et moi, soit pour la priorité, soit pour le nombre des produits. »

Réponse de M. **Peligot** *à la réclamation de* M. Jacquelain.

« Je ne comprends pas du tout le but de la réclamation de M. Jacquelain :

» Ce chimiste ne réclame pas, en effet, la priorité pour le procédé de préparation des métaux par les chlorures et l'hydrogène, car ce procédé n'est pas nouveau, ainsi que je l'ai dit dans la Note qui accompagnait l'échantillon de fer cristallisé qui a été présenté à l'Académie : il l'établit lui-même en citant les pages des passages des ouvrages de MM. Thenard et Dumas où il est question de cette méthode.

» Il dit qu'il a montré à M. Dumas divers métaux obtenus par ce procédé, et qu'il a mis sur la table de mon amphithéâtre, pour mes leçons à l'École centrale, divers chlorures et « le fer pur provenant de l'oxyde, et mis en » lingots à froid, le fer en feuillets papiracés, souples, brillants et d'ap- » parence cristalline, provenant du protochlorure anhydre réduit par l'hy- » drogène; du cuivre préparé dans les mêmes conditions, etc. »

» Je me rappelle seulement avoir vu un bel échantillon de cuivre préparé par M. Jacquelain ; je n'ai pas vu *le fer en feuillets papiracés* dont parle ce chimiste qui n'a, d'ailleurs, présenté à l'Académie que le chlorure qui doit servir à préparer ce métal : j'ai toujours ignoré la manière dont il avait obtenu ce cuivre, et je me suis bien gardé de le questionner sur ce point, sachant qu'il fait, en général, mystère de ses travaux, et redoutant, en outre, sa tendance à élever des réclamations de priorité qui, quelquefois, comme dans le cas actuel, ne reposent que sur des malentendus.

» M. Jacquelain ne dit pas d'ailleurs et ne peut pas dire, car son assertion serait inexacte, qu'il m'a communiqué le procédé par lequel il a obtenu les métaux dont il fait mention.

» Ce procédé, je le répète, il ne le réclame pas, puisqu'il convient qu'il n'est pas nouveau.

» Je ferai d'ailleurs remarquer qu'en supposant que ma mémoire me

---

mine B′, orellamine C′; curcumine, colle de poisson combinée, gélatine, albumine, fibrine, gluten, caoutchouc, combinés; coton, lin, chanvre, papier, formium altérés.

serve mal dans cette circonstance, le fer que j'ai présenté à l'Académie n'en est pas moins digne de fixer son attention, comme offrant des *cristaux octaédriques très-nets et* comme étant en grande partie sous la forme *d'un tube métallique, homogène et malléable produit à la température du rouge naissant.*

» Il semble que M. Jacquelain réclame seulement parce qu'il suppose que j'ai cherché à obtenir des métaux purs, tandis que je n'ignorais pas qu'il s'occupait du même sujet. On sait que j'ai été conduit d'une manière incidente à traiter cette question, mon but principal étant d'étudier l'action de l'hydrogène sur certains chlorures pour obtenir des produits de la nature du protochlorure de chrome et du sous-chlorure d'uranium.

» Je n'attachais pas d'ailleurs une grande importance à cette communication, car j'avais apporté à l'Académie l'échantillon de fer qui fait l'objet de la donble réclamation de M. Jacquelain, dans l'intention de le montrer seulement à quelques personnes qu'il pouvait intéresser plus particulièrement, notamment à M. Mitscherlich, à M. Regnault et à M. Dumas, qui ont pensé qu'il était digne d'être présenté à l'Académie. »

M. **Dumas** rappelle qu'il a déjà déclaré, dans la dernière séance, avoir toujours ignoré que M. Jacquelain ait préparé du fer, en réduisant le chlorure de fer par l'hydrogène. M. **Masson**, qui est cité par M. Jacquelain dans sa Note, a prié M. Dumas de faire la même déclaration en son nom.

CHIMIE. — *Action de quelques bases organiques sur la lumière polarisée;* Note de M. **Aug. Laurent.**

« On sait, d'après les expériences de M. Bouchardat, que les alcalis organiques et leurs sels exercent une action sur la lumière polarisée.

» Je venais de découvrir deux nouvelles bases artificielles, l'amarine et la lophine, lorsque M. Biot m'engagea à examiner si ces deux substances posséderaient aussi un pouvoir rotatoire.

» Comme, jusqu'à ce jour, l'on n'a rencontré aucun corps artificiel doué de ce pouvoir, à moins qu'il ne vînt d'une substance qui le possédait déjà, il était intéressant de chercher si les alcalis ordinaires comme la quinine, la morphine, etc., doivent leur action sur la lumière polarisée à leur propriété basique, et si, par conséquent, des alcalis artificiels auraient une action semblable.

» M. Biot ayant bien voulu mettre ses instruments à ma disposition, j'ai

soumis à l'expérience des dissolutions alcooliques d'hydrochlorate de lophine et d'amarine.

» On ne peut pas employer ces bases libres, parce qu'elles sont trop peu solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther. J'ai même été obligé d'opérer sur une dissolution d'hydrochlorate de lophine saturée et chauffée à 60 degrés environ.

» Ces deux sels n'ont imprimé aucune déviation appréciable au plan de polarisation.

» Cette différence d'action entre les alcalis naturels et artificiels tient-elle à la composition de la lophine et de l'amarine qui ne renferment pas d'oxygène, tandis que toutes les bases observées par M. Bouchardat sont oxydées ?

» Pour répondre à cette question, j'ai soumis à l'expérience deux autres bases organiques non oxydées, la nicotine et l'aniline, la première naturelle (1), la seconde artificielle.

» La nicotine avait été préparée par M. Barral; elle était parfaitement limpide, incolore en couche mince, mais jaunâtre sous une épaisseur de $0^m,100$.

» Voici les résultats de l'expérience :

Longueur du tube	$0^m,100$
Température	19°
Densité	1,008 à 19°
Déviation à travers le verre rouge	93°,5 ↖

» Il est à remarquer que parmi toutes les substances observées jusqu'à ce jour, il n'en est aucune qui possède un pouvoir aussi énergique.

» L'hydrochlorate de nicotine dévie aussi le plan de polarisation, mais vers la droite.

» J'ai ensuite examiné l'aniline; cette base était très-limpide et elle possédait aussi, en couche épaisse, une légère teinte jaunâtre. Contre mon attente, elle ne produisit aucun effet sur la lumière polarisée. Il en fut de même de l'acide phénique dont elle dérive.

» Ce résultat doit surprendre, quand on considère que la nicotine et l'aniline ont tant de ressemblance sous d'autres rapports. Leur composition est

(1) La nicotine s'obtient soit en distillant le tabac, soit en le brûlant lentement (le jus de tabac qui se condense dans le récipient des pipes allemandes en renferme beaucoup), soit en traitant le tabac par divers dissolvants. Il est donc probable que la nicotine existe toute formée dans le tabac, soit libre, soit en combinaison.

presque la même, comme on peut le voir par les deux formules suivantes :

Aniline. . . . . . $C^{24}H^{14}Az^{2}$,
Nicotine. . . . . . $C^{20}H^{14}Az^{2}$.

Si les substances naturelles, ou quelques-uns de leurs produits de transformation, possédaient seules un pouvoir rotatoire, il faudrait donc désespérer de reproduire la nicotine par des voies artificielles. Cependant rien ne semblerait plus facile que de préparer cet alcali avec un des composés suivants, qui ne sont pas connus, il est vrai, mais dont on pressent la découverte.

» 1°. Le carbure d'hydrogène $C^{20}H^{12}$; par l'action de l'acide nitrique, puis par l'hydrogène sulfuré, il devrait donner de la nicotine.

» 2°. L'oxyde du carbure précédent $C^{20}H^{12}+O^{2}$; il devrait donner le même produit avec l'ammoniaque.

» 3°. L'acide phénamique $C^{24}H^{10}Ad+O^{4}$; par la distillation avec la chaux, il se changerait en nicotine.

» Si les chimistes dirigeaient leurs recherches de ce côté, ils pourraient découvrir une belle série de nouveaux composés, et voir si réellement, comme l'expérience semble le prouver jusqu'à ce jour, des substances artificielles ne peuvent pas posséder la propriété d'agir sur la lumière polarisée. »

CHIMIE. — *Note sur les produits uriliques; par* M. Aug. Laurent.

« Dans le Mémoire sur le benzile, que j'ai eu l'honneur de présenter dernièrement à l'Académie, j'ai indiqué la manière dont on pouvait concevoir la formation des produits uriliques à l'aide de l'acide oxalique et de l'ammoniaque. J'apprends que M. Millon, bien longtemps avant moi, a été conduit à expliquer la formation de ces produits de la même manière. Je m'empresse donc de lui restituer ce qui lui appartient. »

ZOOLOGIE. — *Lettre de* M. Souleyet *à l'occasion de la Note de* M. de Quatrefages, *insérée dans le* Compte rendu *de la séance précédente.*

« J'ai adressé à l'Académie (séance du 12 août 1844) une Note dans laquelle j'ai attaqué des faits énoncés par M. de Quatrefages sur l'organisation de certains Mollusques gastéropodes, faits sur lesquels ce naturaliste a établi des théories qui m'ont paru contraires aux véritables principes de la zoologie. Cette Note, dans laquelle je me suis borné à exposer fort succinctement les principaux résultats contradictoires auxquels j'ai été conduit

par l'observation des mêmes animaux, devait être suivie, ainsi que je l'ai annoncé alors, d'un travail détaillé sur le même sujet. Des circonstances tout à fait indépendantes de ma volonté ont un peu retardé la présentation de ce Mémoire; mais M. de Quatrefages n'ignorait pas, à la dernière séance de l'Académie, que cette présentation devait être très-prochaine, d'après ce que M. le Secrétaire perpétuel avait bien voulu dire à ce sujet dans la séance précédente. Je regrette donc que M. de Quatrefages n'ait pas cru devoir attendre encore quelques jours pour s'éclairer complétement sur les points qu'il me reproche de n'avoir pas développés suffisamment dans ma Note; il aurait pu éviter ainsi de combattre longuement les opinions hypothétiques qu'il m'a prêtées, et, sur plusieurs points importants de la discussion, sa réponse eût été probablement plus précise et plus détaillée. Puisqu'il n'en a pas été ainsi, la lecture faite, il y a huit jours, par ce naturaliste, me met aujourd'hui dans l'obligation de lui répondre, et j'espère que l'Académie voudra bien, vu l'importance de la question, m'accorder la parole à ce sujet pour la séance prochaine. Je mettrai alors sous ses yeux les préparations anatomiques, les dessins, les descriptions détaillées que je dois produire à l'appui de mes assertions, assertions qui me semblent confirmées sur plusieurs points, bien plutôt que détruites par la réponse de M. de Quatrefages. »

CHIRURGIE. — *Note sur la kératoplastie; par* M. FELDMANN.

« Je prends la liberté de présenter à l'Académie royale des Sciences une Note sur les résultats de deux expériences kératoplastiques que j'ai eu l'honneur de faire, en présence de M. le professeur Blandin, le 12 octobre 1844, au laboratoire de M. Flourens, qui a bien voulu continuer à favoriser ces tentatives expérimentales.

» Ayant agi, dans mes expériences précédentes, d'après les divers modes opératoires qui ont été préconisés par les auteurs, je m'étais en quelque sorte considéré comme obligé d'examiner à son tour la méthode de M. Strauch, de Saint-Pétersbourg. Je me suis donc conformé à cette méthode dans la première des expériences actuelles.

» M. Strauch avait proposé de commencer l'opération en faisant traverser par un fil toute la chambre antérieure de l'œil, de sorte que les deux bouts de ce fil restent pendants de chaque côté de la cornée; d'exciser ensuite le lambeau cornéal à l'aide d'un couteau particulier, lequel doit présenter la

forme de deux couteaux à cataracte adossés l'un à l'autre. L'excision faite, le fil étant ainsi mis à nu, on doit l'attirer hors de la chambre antérieure, et le diviser pour former, de chaque côté, une ligature séparée; puis il faut appliquer les bouts nouveaux des deux fils à la cornée étrangère, et l'on termine par les ligatures.

» Les avantages tirés de cette méthode devraient consister en ce que les deux ligatures sont appliquées avec grande facilité avant qu'on ait excisé la cornée; car on sait que l'application des sutures après l'excision est d'une difficulté extrême.

» Malheureusement la méthode de M. Strauch, si ingénieuse qu'elle soit, offre de très-grands inconvénients. Voici ce qui arrive quand on opère sur un œil sain :

» En faisant passer le fil à travers la chambre antérieure de l'œil, on donne issue à une grande partie de l'humeur aqueuse; le fil qui est derrière la cornée s'y accole de suite, ainsi que l'iris, de manière qu'il n'y a plus moyen d'exciser le lambeau cornéal à l'aide du couteau particulier, sans risque de couper en même temps le fil ou de léser l'iris. Dans une expérience pareille que j'avais faite la veille, c'est-à-dire le 11 octobre, j'ai toutefois réussi à exciser un grand morceau de cornée, en me servant principalement des ciseaux.

» Mais en opérant sur un œil malade, dont les parties antérieures sont parfaitememt opaques, on perd de vue le fil qui se trouve dans l'œil, et on risque, à chaque instant, de le couper, ce qui précisément m'est arrivé dans ma première expérience du 12 octobre. Le fil une fois coupé, sans l'avoir préalablement attiré par sa partie moyenne, tout l'avantage de la méthode fut perdu. Je fus donc obligé de continuer l'opération en m'en tenant à mon procédé opératoire ordinaire.

» Du reste, cette expérience offre cette circonstance particulière, que l'œil opéré avait été soumis depuis trois mois à une préparation préalable. Je m'étais efforcé de déterminer un état morbide de la cornée; mais l'inflammation artificielle ayant dépassé les limites voulues, ne laissa de l'œil qu'un moignon déformé, et cependant la transplantation d'une cornée de lapin sur cet œil mutilé de lapin a réussi. Il s'est fait donc avec succès la transplantation d'une cornée saine sur un œil dont les tissus avaient subi les changements les plus considérables.

» La seconde expérience consistait en une transplantation d'une cornée de chat sur l'œil d'un lapin.

» C'est dans cette expérience que j'ai suivi un bon conseil, que M. le pro-

fesseur Blandin a bien voulu me donner, savoir, d'exciser, d'après ma manière, le lambeau cornéal à l'aide du couteau à cataracte et à l'aide des ciseaux, mais de séparer les deux temps de la section par l'application des ligatures, en profitant du lambeau cornéal formé par le couteau, pour fixer l'œil et pour faire saillir les bords cornéaux; et, en effet, l'application des ligatures a été beaucoup plus facile que quand on la pratique après l'excision complète du lambeau cornéal. La cornée de chat a pris sur l'œil du lapin.

» Il se présente encore une différence entre les deux expériences que je viens de mentionner, en ce que, dans le cas de transplantation de la cornée de lapin sur un lapin, la vascularisation se développa plus rapidement que dans la transplantation de la cornée de chat sur l'œil d'un lapin. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur le jaugeage des eaux qui alimentent le lac de Genève par le fond et par la surface ; par* M. VALLÉE.

I. — *Jaugeage du Rhône à Saint-Maurice, en Valais.*

« Le jaugeage dont il s'agit a été fait au pont de Saint-Maurice, le 17 mai 1843, de 5 heures à 8 heures du matin.

» La largeur de l'arche que forme le pont est de 35 mètres. Cette largeur a été divisée, à partir de la culée de la rive droite, en six espaces, les cinq premiers de chacun 6 mètres et le dernier de 5 mètres. Les profondeurs d'eau se sont trouvées contre les culées et aux points de division, à partir de la droite, de $1^m,50$, $2^m,55$, $1^m,88$, $2^m,74$, $2^m,94$, $3^m,95$, et $1^m,50$, ce qui donne pour la section $90^m,635$.

» Mais le courant ayant donné partout une certaine inclinaison à la corde au moyen de laquelle on opérait, cette section est trop grande. Si la corde avait été verticale, les hauteurs mesurées auraient été moins fortes; en les réduisant seulement d'un vingtième, on aura la section $\omega = 86^m,103$.

» J'ai placé deux jalons à 30 mètres de la tête d'aval du pont. Des flotteurs, jetés au nombre de trois en amont de chacun des cinq points de division de la longueur du pont, et observés successivement dans le plan de la tête de ce pont et dans la ligne des deux jalons, ont parcouru la longueur de 30 mètres en 22, 22 et 23 secondes; 18, 19 et 19 secondes; 20, 20 et 18 secondes; 21, 19 et 21 secondes; enfin en 22, 22 et 23 secondes, ou en moyenne, en 20 secondes 6 dixièmes, ce qui donne, pour la vitesse moyenne de la surface, $1^m,50$.

» En réduisant cette vitesse, non pas de $\frac{20}{100}$, mais de $\frac{15}{100}$ seulement, on trouve, pour la vitesse moyenne de la masse entière, $U = 1^m,24$; d'où l'on

voit que le produit ωU du fleuve était, au plus, égal à $106^m,77$; soit 110 mètres.

» L'échelle du pont de Saint-Maurice, divisée en pieds vaudois de $0^m,30$, était à la cote $6\frac{3}{4}$. Elle s'élève, en hautes eaux, au plus à 12 pieds, et elle descend à 3 pieds en basses eaux. La vitesse en hautes eaux, d'après quelques renseignements, paraîtrait excéder de moitié celle de $1^m,24$ que nous avons trouvée : nous la supposerons double. Quant à la vitesse en basses eaux, elle est moindre que celle de $1^m,24$; toutefois j'admettrai cette dernière.

» D'après cela, en augmentant et diminuant la section ω des superficies respectives que présentent les rectangles correspondants aux hauteurs des hautes et basses eaux au-dessus et au-dessous de la cote $6\frac{3}{4}$ pieds, j'ai trouvé, pour le produit du fleuve, en hautes eaux, 350 mètres, et en basses eaux 58, chiffres qui, suivant ce qui précède, doivent être trop élevés (1).

II. — *Alimentation du Léman.*

» Le Léman reçoit le Rhône et trente autres cours d'eau, parmi lesquels la Dranse seule est un peu considérable. J'ai examiné ces cours d'eau, sur la rive gauche, du 17 au 19 mai 1843, et deux mois après je suis revenu en Suisse, dans l'intention de les jauger, ainsi que ceux de la rive droite. Le 23 juillet, nous sommes partis de Genève, M. O'Brien, ingénieur en chef des ponts et chaussées, M. Goux, ingénieur ordinaire, et moi; nous étions munis des instruments nécessaires pour opérer exactement, mais les pluies du 23 au 26 juillet, comme du 17 au 19 mai, ayant gonflé les affluents, il a fallu renoncer aux opérations soignées que nous avions désiré de faire.

» Il résulte toutefois de nos observations, des mesures que j'ai prises et des renseignements que j'ai recueillis, que la Dranse, dans les temps chauds et dans les gelées d'hiver, donnerait au plus 12 mètres, et les autres affluents ensemble aussi 12 mètres, en tout 24 mètres. Si l'on ajoute à ce chiffre 6 mètres pour les affluents qui débouchent dans le Rhône, au-dessous de Saint-Maurice, on aura pour les produits d'alimentation du lac, dans les temps secs du mois d'août et dans les gelées d'hiver, savoir :

» *Hautes eaux,* $350 + 30 = 380$ mètres; et le produit minimum du Rhône à Genève (voir la page 88 de l'ouvrage intitulé : *Du Rhône et du lac de Genève*), pouvant être évalué à 600 mètres, il faut reconnaître la nécessité d'une alimentation de fond d'environ 220 mètres.

» *Basses eaux,* $58 + 30 = 88$ mètres, et le produit maximum du Rhône (voir la page précédente) étant évalué à 200, l'alimentation de fond sera de 112 mètres.

» *Eaux du* 15 *mai* 1843. Lorsque j'ai fait mon jaugeage, le 17 mai 1843 au matin, il avait plu la veille et les eaux étaient troubles. Je conclurai de là que, le 15 mai, le produit était encore moindre que celui de 107 mètres que j'ai trouvé. En portant ce produit à 110 mètres et en l'attribuant au Rhône, le 15 mai, jour où l'influence des pluies ne se faisait pas encore sentir, on aura donc un chiffre probablement trop fort. A la même époque, les affluents fournissent ordinairement beaucoup plus qu'en été; cependant il me semble, d'après les renseignements, en général bien d'accord entre eux, que j'ai eus, qu'ils ne s'élèvent pas à 50 mètres, ce qui donne en tout 160 mètres.

» Or, le limnimètre du grand quai, à Genève, était, les 12, 13, 14 et 15 mai, à 37 pouces, c'est-à-dire à 25 pouces ($0^m,704$) plus bas que le 24 septembre 1840, au moment où M. le colonel Dufour jaugeait le Rhône auprès de la machine hydraulique (*voir* la page 82 de l'ouvrage précité).

Le chiffre de ce jaugeage étant de	424^m
Et la bande à retrancher de la section (*voir* la page 84 du même ouvrage) se trouvant de $65 \times 0,704 = 45^m,76$, on a, pour le produit de cette bande par la vitesse $1^m,71$, un nombre $78^m,25$ à retrancher du précédent, ci........	78
Il existe donc pour le produit du Rhône à Genève, le 16 mai......	346
et si l'on retranche	160
on aura pour le produit de l'alimentation de fond, au 16 mai......	186

III. — *Conclusions.*

» Il résulte de ce qui précède que le Rhône donne, à Genève, par seconde :

En hautes eaux.......	provenant des affluents du Léman......	380^m	600^m
	provenant des sources de fond.........	220	
En eaux moyennes comme celles du 16 mai 1843.	provenant des affluents..............	160	346
	provenant des sources de fond.........	186	
En basses eaux.......	provenant des affluents..............	88	200
	provenant des sources de fond.........	112	

» Ainsi, le produit des sources de fond serait, en hiver, les 56 centièmes, un peu plus de moitié du produit total qui s'écoule à Genève, et, en été, il en serait les 37 centièmes, ou un peu plus du tiers.

(1) J'ai été secondé dans ces opérations par M. de Nacé, capitaine-inspecteur des fortifications à Saint-Maurice, auquel j'avais été recommandé par M. le colonel Dufour.

» De là j'ai tiré, pour le phénomène des seiches, qui me paraît résulter tantôt d'une cause et tantôt d'une autre cause, une explication que j'aurai l'honneur de soumettre prochainement à l'Académie. »

MM. **Robert-Latour** et **Collignon** communiquent les résultats d'expériences qu'ils ont faites sur les animaux, dans le but de découvrir le *lien physiologique par lequel s'enchaîne, à l'inflammation aiguë, l'excès de fibrine qui s'observe dans le sang obtenu par la phlébotomie.*

Les principales conséquences qui se déduisent de leurs recherches sont : d'une part, que l'augmentation de fibrine se manifeste dans le sang artériel aussi bien que dans le sang veineux; d'autre part, que cette augmentation est l'effet et non la cause de la phlegmasie. Ainsi ils ont vu la proportion de la fibrine augmenter dans le sang d'un animal chez lequel ils avaient déterminé une péripneumonie en injectant dans la cavité des plèvres un liquide irritant.

M. **Decerfs** adresse de Chartres une Note ayant pour titre : *Observation sur une scolopendre rendue vivante par le nez.*

Une personne âgée de 19 ans, et qui était en proie, depuis deux ans, à une névralgie sous-orbitaire dont la violence, malgré l'emploi des traitements en apparence les mieux appropriés, avait toujours été croissant, fut subitement guérie après un éternuement qui amena, dit-elle, la sortie d'un insecte vivant; l'insecte, présenté à M. Decerfs, qui donnait des soins à la malade, fut reconnu pour une scolopendre (*Scol. electrica,* Linn.).

CHIMIE. — *Sur la détermination de l'acide chlorhydrique dans une solution contenant du chlore libre.* (Extrait d'une Note de M. **Koene**, professeur à l'Université de Bruxelles.)

« On dissout dans l'eau la matière à essayer et une quantité suffisante de sulfate monopotassique, pour que l'acide chlorhydrique qui va se former puisse, avec ce sel, donner naissance à du chlorure et à du bisulfate potassique; ensuite on y fait arriver du chlore à l'abri de la lumière du jour, et lorsque ce métalloïde a cessé d'agir, on en chasse l'excès au moyen d'un courant d'air, et l'on détermine finalement le chlore du chlorure au moyen de l'azotate argentique. »

M. **Koene** adresse en même temps une Note ayant pour titre : *Observations relatives à la théorie de* M. Peligot *et à celle de* M. Baudrimont, *sur la fabrication de l'acide sulfurique.*

Cette dernière Note est renvoyée, comme pièce à consulter, à la Commission chargée de l'examen des communications de MM. Peligot et Baudrimont.

M. **Werner**, en adressant les 17e et 18e fascicules des planches lithographiées qu'il exécute pour l'Ostéographie de M. de Blainville, sollicite les encouragements de l'Académie pour son travail.

(Cette Lettre est renvoyée à l'examen de la Commission administrative.)

M. **Morel-Lavallée** demande que trois opuscules chirurgicaux, qu'il a récemment adressés à l'Académie, et un qu'il lui présente aujourd'hui, soient admis à concourir pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.

(Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Baudelocque**, qui avait précédemment soumis au jugement de l'Académie une Note sur diverses opérations d'*entérotomie lombaire*, demande qu'un enfant, sur lequel il a pratiqué avec succès cette opération pour remédier à l'imperforation du rectum, soit examiné par MM. les Commissaires chargés de rendre compte de son travail.

M. **Warenne** écrit relativement à des perfectionnements qu'il croit possible d'introduire dans l'art du tanneur, mais qu'il n'a point expérimentés, et sur lesquels il désirerait avoir l'avis de l'Académie.

Les usages de l'Académie ne permettent pas de prendre en considération des questions ainsi posées; on le fera savoir à l'auteur de la Lettre.

L'Académie accepte le dépôt de trois paquets cachetés présentés par M. **Leroy-d'Etiolles**, par MM. **Duvallier** et **Petel**, et par MM. **Flahaut** et **Noisette**.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 17; in-4°.

Annales des Sciences naturelles; par MM. MILNE EDWARDS, AD. BRONGNIART *et* DECAISNE; septembre 1844; in-8°.

Nouvelles suites à Buffon. — Histoire des Helminthes ou Vers intestinaux; par M. F. DUJARDIN; in-8°.

Études hydrotomiques et micrographiques; par M. A.-E. LACAUCHIE; 4e Mémoire, avec 4 planches; in-8°.

Méthode élémentaire de Musique, précédée d'un nouveau mode d'enseignement; par M. DUCHEMIN BOIS-JOUSSE, 1 vol. in-4°.

Discours prononcé à la rentrée du Cours de Clinique chirurgicale de la Faculté de Médecine de Strasbourg; par M. le professeur C. SÉDILLOT, le 6 novembre 1843; in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; tome XVI; août à décembre 1843; in-8°.

Revue agricole; 6e année, 73e livr. (2e série), septembre 1844; in-8°.

Thèse sur les Rétractions accidentelles des membres; par M. MOREL-LAVALLÉE; in-4°.

Journal de Chirurgie; par M. MALGAIGNE; octobre 1844; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; octobre 1844; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique et de Jardinage; octobre 1844; in-8°.

Annales des Maladies de la peau et de la Syphilis; par M. CAZENAVE; août et septembre 1844; in-8°.

A M. le Président de l'Académie royale des Sciences. — Lettre de M. PASSOT; une feuille in-4°.

Observations astronomiques faites à l'Observatoire de Genève dans l'année 1843; *par* M. PLANTAMOUR; 3e série. Genève, 1844; in-4°.

Résultat des Observations magnétiques faites à Genève dans les années 1842 et 1843; *par* le même. Genève, 1844; in-4°.

Transactions... *Transactions de la Société philosophique américaine de Philadelphie;* nouvelle série, vol. IX, partie 1re; in-4°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société philosophique américaine;* nos 26, 28 et 29; in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Berlin pour* 1842.

Ubeer... *Sur l'Hermaphroditisme latéral dans l'espèce humaine; par* M. A.-A. BERTHOLD. Gœttingue, 1844; in-4°.

Die Entdeckung... *Découverte du véritable mode de nutrition des Plantes; par* M. SCHULTZ. Berlin, 1844; in-8°.

Verzeichniss... *Catalogues des Étoiles observées par* BRADLEY, LALANDE *et* BESSEL, *publiés par* MM. BREMICKER *et* WOLFERS; feuilles 14 et 17, avec 2 cartes. Berlin, 1843; in-fol.

Gazette médicale de Paris; n° 43; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 124 à 126; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 31 et 32.

L'Expérience; n° 382; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 NOVEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur le nombre des divisions à effectuer pour obtenir le plus grand diviseur commun de deux nombres entiers; suivie d'une remarque sur une classe de séries récurrentes; par* M. BINET.

« Euclide nous a transmis la belle méthode qui conduit au plus grand diviseur de deux nombres entiers $A > a$. La multitude des divisions qu'elle oblige à exécuter peut effrayer le calculateur, quand le moindre des deux entiers, a, est fort considérable. M. Lamé vient de donner un théorème curieux d'après lequel le nombre de ces divisions ne peut surpasser cinq fois le nombre des chiffres de a : tout ce qui concourt à éclairer ou à perfectionner les méthodes arithmétiques, me semble digne de l'attention et des efforts des analystes.

» J'avais déjà cherché à rassurer les calculateurs sur la longueur de cette méthode, en prouvant que l'on pouvait arriver au grand diviseur de deux nombres A et a, par un système de divisions dont le nombre sera toujours moindre que $\frac{10}{3}\log(a)$ [*voyez* le tome VI du *Journal* de M. Liouville,

page 454, année 1841]. Le logarithme tabulaire de a étant moindre que le nombre α de ses chiffres, il en résulte que le nombre des divisions requises sera au-dessous de $\frac{10}{3}\alpha$. La limite obtenue par M. Lamé est 5α; ainsi la mienne aurait de l'avantage, puisqu'elle est de $\frac{5}{3}\alpha$ au-dessous. Toutefois, nous devons remarquer que les deux limites ne se rapportent pas exactement au même système d'opérations intermédiaires. Dans le but d'obtenir de moindres diviseurs pour les opérations successives, j'ai proposé d'effectuer la division en excès (ou en *dehors* selon l'expression de Lagrange) toutes les fois que le reste positif de la division ordinaire surpasse la moitié du diviseur : il faut pour cela accroître d'une unité le quotient, et prendre pour résidu de la division l'excès du diviseur sur le reste positif, ce qui amène un résidu négatif moindre que la moitié du diviseur. Sans faire attention au signe, ce résidu sera employé comme diviseur dans l'opération suivante, pour continuer la recherche du grand diviseur : cette modification au procédé usuel a l'avantage de faire nécessairement décroître les diviseurs dans une rapide progression. On va voir qu'elle donne aisément la limite du nombre des divisions qui procurent le grand diviseur.

» Ayant divisé A par a, soit $\pm a_1$ le résidu : on divise a par a_1, et l'on obtient un résidu $\pm a_2$, et l'opération continuée ainsi amène enfin un reste a_p qui divise a_{p-1} et qui est le grand diviseur. Par hypothèse, on a

$$a > 2a_1, \quad a_1 > 2a_2, \ldots, \; a_{p-1} > 2a_p;$$

ou bien

$$a > 2a_1 > 2^2 a_2 > 2^3 a_3 > \ldots > 2^p a_p.$$

On a donc $2^p < \frac{a}{a_p}$, et en prenant les logarithmes tabulaires,

$$p \log(2) < \log(a) - \log(a_p);$$

par suite, le nombre p des divisions effectuées sera tel que

$$p < \frac{\log(a)}{\log(2)} < \frac{10}{3}\log(a),$$

puisque l'on a

$$\log(2) = 0,30102999\ldots > \frac{3}{10}.$$

Si α est le nombre des chiffres de a, et α_p celui des chiffres de a_p, on aura

$$\log(a) < \alpha, \quad \text{et} \quad \log a_p > \alpha_p - 1 ;$$

ainsi

$$\log(a) - \log(a_p) > \alpha - \alpha_p + 1 ;$$

par l'inégalité précédente, on aura donc

$$p < \frac{10}{3}(\alpha - \alpha_p + 1).$$

Le nombre α_p des chiffres du grand diviseur est inconnu au début de l'opération; mais cette formule indique néanmoins que la limite $\frac{10}{3}\alpha$ doit souvent être fort en excès.

» Dès qu'une première division a été effectuée, et que l'on connaît le nombre α_1 des chiffres du résidu a_1, il ne reste plus que $p - 1$ divisions à faire et l'on a

$$p - 1 < \frac{10}{3}\alpha_1,$$

ou bien

$$p < 1 + \frac{10}{3}\alpha_1.$$

En désignant par α_2 le nombre des chiffres de a_2, second résidu, on a aussi

$$p < 2 + \frac{10}{3}\alpha_2,$$

et ainsi des autres.

» Si l'on prend l'exemple cité par M. Lamé des nombres 1597, 987, qui exigerait 15 divisions, par l'opération usuelle, pour la recherche de leur diviseur, la limite fixée par M. Lamé est 14 : la limite du nombre de divisions de notre procédé est 10, puisque $\alpha = 3$, nombre des chiffres de 987. L'opération n'entraîne effectivement que 7 divisions, toutes en excès, et qui amènent les résidus 377, 144, 55, 21, 8, 3, 1.

Remarque sur les séries récurrentes.

» M. Lamé a rattaché sa démonstration ingénieuse à la considération d'une série récurrente particulière 1, 2, 3, 5, 8, 13,..., dont un terme g_n se forme de la somme des deux précédents: elle est identique à celle qui m'a donné l'expression du dénombrement des combinaisons discontiguës [*Comptes rendus*

de l'Académie, tome XVII, page 563], et l'on a

$$g_n = \frac{1}{\sqrt{5}}\left[\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{n+2} - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^{n+2}\right]:$$

le second terme de cette valeur est toujours au-dessous de l'unité dès que n est un entier : ainsi l'on peut calculer g_n par le nombre entier le plus voisin du premier terme

$$\frac{1}{\sqrt{5}}\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{n+2};$$

le logarithme tabulaire de cette expression étant

$$n[0,2078987\ldots] + 0,0634905\ldots,$$

on retrouve la propriété remarquée par M. Lamé sur la série des g_n, et d'après laquelle cinq termes consécutifs, au plus, ou bien quatre termes, au moins, admettent le même nombre de chiffres dans leur expression arithmétique.

» Je montrerai ailleurs que cette forme, qui réduit à un monôme l'expression du terme général d'une série récurrente, est applicable à un grand nombre de semblables séries : elle tient à ce qu'une certaine équation algébrique, formée à l'aide des termes de l'échelle de relation, se trouve n'avoir qu'une seule racine réelle, supérieure à l'unité, les modules des racines imaginaires étant d'ailleurs tous au-dessous de l'unité; c'est ce qui a lieu pour la série récurrente

$$g_n = g_{n-1} + g_{n-2} + g_{n-3},$$

et aussi pour

$$g_n = g_{n-1} + g_{n-2} + g_{n-3} + g_{n-4};$$

et ainsi des autres formées d'après le même type.

» L'équation algébrique provenant de l'échelle de relation est

$$\beta^p = \beta^{p-1} + \beta^{p-2} + \text{etc.} + 1;$$

elle ne peut avoir qu'une racine supérieure à 1; et si p est pair, sa racine négative est numériquement au-dessous de 1. Quant à ses imaginaires, leurs modules sont moindres que l'unité.

» L'expression par un monôme est très-approchée de la valeur exacte de g_n, quand n devient un grand nombre entier; elle pourra ne pas l'être pour de faibles valeurs de n, si les premières valeurs assignées aux g_0, g_1, g_2,... sont des nombres considérables. Mais quand ils sont petits, la valeur monôme peut même représenter des termes de rangs peu avancés dans la série, comme si elle était une simple progression géométrique. »

M. **Pouillet**, en présentant à l'Académie la quatrième édition de ses *Éléments de Physique et de Météorologie*, indique, de la manière suivante, les principales modifications qu'il y a introduites.

« Cette quatrième édition aurait dû paraître il y a deux ans, mais des occupations de diverse nature m'avaient empêché de l'entreprendre; elle exigeait d'autant plus de soins que, dans ces dernières années, la science s'est enrichie d'un grand nombre de faits nouveaux dont il fallait tenir compte.

» Les changements les plus considérables portent particulièrement sur la chaleur et l'électricité.

» Dans la théorie de la chaleur j'ai dû résumer l'ensemble des recherches importantes qui ont été faites sur les dilatations, les changements d'état, le calorique rayonnant et surtout la calorimétrie; en même temps il m'a paru nécessaire de faire entrer dans l'enseignement de la physique les principes relatifs aux machines à vapeur, non plus d'une manière accidentelle, mais d'une manière tout à fait spéciale, en donnant tous les développements que me semble exiger une aussi grande application qui prend tous les jours un nouveau degré d'intérêt.

» Dans le galvanisme et l'électricité, je ne pouvais me borner à une simple description des piles nombreuses et des appareils si divers qui ont été imaginés récemment; il était nécessaire d'entrer dans des discussions théoriques et dans l'examen des principes de l'électro-chimie : c'est un sujet vaste et difficile; j'ai essayé de le résumer aussi clairement qu'il m'a été possible, en m'attachant surtout à séparer les résultats incontestablement acquis à la science de ceux qui me semblent encore douteux, soit par la manière dont ils ont été obtenus, soit par les interprétations diverses qu'ils peuvent recevoir.

» Malgré ces changements essentiels, et beaucoup d'autres qui ont exigé moins d'espace, cette quatrième édition est en deux volumes seulement, comme la précédente; les quatre planches nouvelles que j'ai dû ajouter, tant pour les machines à vapeur que pour l'électro-chimie, ont été, comme celles des éditions antérieures, dessinées par M. Silbermann, qui s'est fait connaître

si favorablement à l'Académie par l'invention d'un nouvel héliostat et par d'autres communications intéressantes. »

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

Dans le comité, en exécution d'une demande du Ministre de la Guerre, l'Académie a procédé à la nomination des trois membres qui, aux termes de l'ordonnance de réorganisation de l'École Polytechnique, doivent faire partie du Conseil de Perfectionnement. Les trois académiciens élus sont : MM. **Thenard**, **Poinsot**, **Charles Dupin**.

Avant qu'on ne procédât au scrutin, M. **Arago** s'était exprimé en ces termes :

« L'Académie m'ayant constamment accordé ses suffrages, toutes les fois
» que, depuis quatorze années, elle a eu à nommer des membres du Conseil
» de Perfectionnement de l'École Polytechnique, je crois pouvoir supposer
» sans inconvenance, que plusieurs de mes amis sont encore disposés à me
» faire le même honneur. J'accomplis donc un devoir en déclarant que, dans
» les circonstances actuelles, il ne me serait pas possible de siéger au Conseil
» de Perfectionnement. »

La Section de Chimie présente la liste suivante de candidats pour la place actuellement vacante dans son sein, par la mort de M. **Darcet** :

1°. M. Fremy,
2°. M. Balard,
3°. M. Peligot,
4°. MM. Cahours et Millon, *ex æquo*.

Les titres des Candidats sont développés et discutés. L'élection aura lieu lundi prochain ; les académiciens en seront prévenus à domicile.

La séance est levée à 7 heures.

A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; tome XVIII, 1er semestre 1844; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 18; in-4°.

Éléments de Physique expérimentale et de Météorologie; par M. POUILLET; 4e édition; 2 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome X, n° 2; in-8°.

Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres; par M. DE LAMARCK; 2e édition, revue et augmentée par MM. DESHAYES et MILNE EDWARDS; tomes IX et X; in-8°.

Mémoires et observations d'Anatomie, de Physiologie, de Pathologie et de Chirurgie; par M. RIBES; tome IIIe; in-8°.

Tableaux de Population, de Culture, de Commerce et de Navigation, formant, pour l'année 1841, *la suite des Tableaux insérés dans la Notice statistique sur les colonies françaises;* broch. in-8°.

Des Fumiers considérés comme engrais; par M. GIRARDIN; 3e édition. Rouen, 1844; in-32.

Séance publique de la Société centrale d'Agriculture du département de la Seine-Inférieure, tenue le 23 *novembre* 1843. — *Discours d'ouverture, par* M. GIRARDIN; broch. in-8°.

Sur l'ancienneté de l'usage du cidre en Normandie; Lettre à M. le comte DE GASPARIN; *par* le même; broch. in-8°.

Annales de l'Agriculture française; novembre 1844; in-8°.

Encyclographie médicale; octobre 1844; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; novembre 1844; in-8°.

Le Technologiste; novembre 1844; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; novembre 1844; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; octobre 1844; in-8°.

Annales de la propagation de la Foi; novembre 1844; in-8°.

A chronological... *Introduction chronologique à l'Histoire de l'Église, contenant de nouvelles recherches sur les véritables dates de la naissance et de la mort*

de Notre-Seigneur Jésus-Christ; par le révérend SAMUEL FARMAR JARVYS. Londres, 1844; in-8°.

CRANIA ÆGYPTIACA or Observations on... *Observations sur l'Ethnographie égyptienne, basées sur l'Anatomie, l'Histoire et les Monuments; par* M. S.-G. MORTON. Philadelphie, 1844. In-4°.

A Monograph... *Monographie des Mollusques univalves d'eau douce des États-Unis; par* M. HALDEMAN. Philadelphie, 1842; in-8°.

Bericht uber... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin, et destinés à la publication;* juillet et août 1844; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 518; in-4°.

Tijdschrift... *Journal d'Histoire naturelle et de Physiologie, publié par* MM. VANDER-HOEVEN *et* DE VRIESE; XIe vol., 1re et 2e livr.; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 44; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 127 à 128; in-fol.

L'Écho du Monde savant; n° 33.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 NOVEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration des plantes.* (Extrait d'une Lettre de M. **Boussingault** à M. *Dumas*.)

« Dans l'une des dernières séances de l'Académie des Sciences, M. Schultz a communiqué les résultats de plusieurs expériences qui, s'ils se vérifiaient, renverseraient complétement les idées admises aujourd'hui sur le rôle important que joue l'acide carbonique sur les phénomènes de la végétation. En effet, suivant M. Schultz, l'acide carbonique ne serait *presque pas* décomposé par les plantes; l'oxygène qu'elles exhalent sous l'influence solaire n'aurait pas cet acide pour origine, mais bien des composés organiques contenus dans les sucs des végétaux, comme les acides tartrique, oxalique, etc.; le sucre, le glucose, etc. Ainsi, des feuilles fraîches exposées au soleil dans de l'eau privée d'air, contenant de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ pour 100 de ces diverses substances, dégageraient du gaz oxygène. Les feuilles se comporteraient de la même manière en présence des acides minéraux très-affaiblis par l'eau.

» Par une coïncidence des plus singulières, lorsque je reçus le *Compte rendu* du 9 septembre, j'étais précisément occupé à répéter les recherches

faites en Amérique par M. Draper. Cette circonstance m'avait donné maintes fois l'occasion d'opérer la décomposition de l'acide carbonique par les parties vertes des plantes, et de vérifier ainsi, au plus grand profit de mon instruction personnelle, les admirables observations de Bonnet, de Priestley, d'Ingen-Housz, de Sennebier et de Saussure. Je ne pouvais donc pas admettre la réalité du fait énoncé par M. Schultz, à savoir, que l'acide carbonique n'est que très-difficilement décomposé par les plantes éclairées; et comme mon appareil était en permanence, qu'il se prête d'ailleurs à toutes les observations de ce genre, j'ai entrepris l'examen de quelques-uns des autres faits annoncés par cet observateur. Je regrette d'être obligé d'ajouter que je n'ai pu réussir à constater un dégagement d'oxygène, en soumettant des feuilles fraîches, exposées au soleil, à l'action des dissolutions renfermant les proportions indiquées d'acides organiques ou inorganiques, de sucre, etc.; tandis qu'exactement dans les mêmes conditions de température, de lumière et d'appareils, j'ai vu constamment les mêmes feuilles déterminer rapidement une émission d'oxygène, quand elles étaient plongées dans de l'eau imprégnée d'acide carbonique. Voici, au reste, le détail des expériences qui se trouvent consignées dans mon registre :

20 septembre, au Liebefrauberg.

» Des feuilles de pêcher pesant chacune de 0gr,60 à 0gr,65, ont été mises isolément dans de l'eau récemment distillée contenant 0gr,005, soit d'acide racémique (je n'avais pas d'acide tartrique), ou d'acide oxalique, de sucre, d'acide azotique, d'acide sulfurique, d'acide borique, de phosphate acide d'ammoniaque. Une feuille a été mise dans l'eau distillée, une autre feuille dans de l'eau imprégnée d'acide carbonique.

» Les feuilles sont restées exposées au soleil depuis 11 heures jusqu'à 4 heures; le ciel était nuageux, peu favorable. Chaque feuille a donné :

	cent. cube.	
Dans la dissolution racémique, gaz.	0,2	
Dans la dissolution oxalique	0,0	La feuille a jauni.
Dans l'eau sucrée	0,2	
Dans la dissolution borique	0,3	
Dans la dissolution de phosphate d'ammoniaque	0,0	
Dans l'*eau pure*	0,2	
Dans l'eau imprégnée d'acide carbonique	1,2	

Les autres dissolutions n'ont pas donné de gaz.

27 septembre, au Liebefrauberg.

» Le temps a été des plus favorables, pas un nuage dans le ciel; le soleil a dardé sans interruption sur les appareils depuis 9 heures jusqu'à 4 heures.

» Chacune des feuilles de pêcher mise en expérience pesait environ 1gr,2.

	centim. cubes.	
1 feuille mise dans l'eau contenant 0gr,005 d'acide racémique a fourni: gaz	0,3	
1 feuille mise dans l'eau contenant 0gr,0025 d'acide oxalique	0,2	La feuille a jauni.
1 feuille mise dans l'eau contenant 0gr,0200 d'acide borique	0,4	
1 feuille mise dans l'eau contenant 0gr,0005 d'acide sulfurique	0,1	Feuille jaunie.
1 feuille mise dans l'eau seule	0,3	
10 feuilles mises dans l'eau seule ont donné: gaz oxygène impur	3,1	
10 feuilles semblables mises dans l'eau contenant 0gr,005 de sucre, gaz oxygène impur	3,2	
10 feuilles semblables mises dans l'eau imprégnée d'acide carbonique ont donné	45,0	d'oxygène.
20 feuilles semblables dans l'eau imprégnée d'acide carbonique ont donné	87,0	d'oxygène.

» Ainsi, dans cette seconde série d'observations, comme dans la première, la dissolution de sucre s'est comportée à l'égard des feuilles exactement comme l'eau pure.

1er octobre, au Liebefrauberg.

» L'état du ciel faisant présager une belle journée, je me mis en mesure d'essayer encore une fois l'action des feuilles fraîches sur l'eau sucrée.

» Les appareils ont été exposés au soleil depuis midi jusqu'à 4 heures. 24 grammes de feuilles de carotte (*Daucus carota*) ont fourni :

	centim. cubes.
1°. Dans l'eau distillée, gaz oxygène impur	0,3
2°. Dans l'eau contenant 0,008 de sucre, gaz oxygène impur	0,2
3°. Dans l'eau imprégnée d'acide carbonique, gaz oxygène	20,5
4°. 12 grammes de feuilles de pêcher, dans l'eau imprégnée d'acide carbonique, oxygène	51,5

» On voit, par l'ensemble de ces expériences, que dans les circonstances où elles ont été faites, les feuilles fraîches mises en présence de l'acide carbonique occasionnent un abondant dégagement de gaz oxygène, tandis que les mêmes feuilles ne donnent lieu qu'à un dégagement gazeux tout à fait insignifiant quand elles sont plongées, soit dans l'eau pure, soit dans les dissolutions qui ont été mentionnées ci-dessus.

» On a pu remarquer que mes observations n'ont duré que quelques heures. Il est, selon moi, indispensable d'en agir ainsi dans les recherches de cette nature, où l'on opère sur des organes qui s'altèrent avec la plus grande facilité et qui, par leur altération, donnent naissance à du gaz acide carbonique. Si, au lieu de borner, comme je l'ai fait, la durée d'une expérience, on la prolongeait en laissant séjourner la plante dans l'eau, il surviendrait probablement une décomposition partielle, et il pourrait dès lors arriver que des feuilles qui n'auraient pas laissé dégager d'oxygène, immédiatement après leur introduction dans un liquide, produiraient une certaine quantité de ce gaz, le jour suivant, après avoir passé une nuit dans le même liquide, et cela aux dépens de l'acide carbonique qui aurait été formé par le fait de la fermentation. »

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE COMPARÉES. — *Fragments sur les organes génito-urinaires des Reptiles et sur leurs produits; par* M. **Duvernoy** (1).

TROISIÈME FRAGMENT. — *Sur l'appareil de la génération chez les Salamandres et les Tritons.*

« L'Académie, dans sa séance du 29 juillet dernier, m'a permis de commencer la lecture de mes *Fragments sur les organes génito-urinaires des Reptiles et sur leurs produits;* elle a entendu celle du premier fragment *sur les pierres vésicales des Tortues molles,* etc. Ces observations, jointes aux analyses du contenu de la vessie, faites par divers chimistes, démontrent que l'urine y parvient; mais les corps étrangers mêlés à ces concrétions prouvent en même temps qu'il y a aussi des courants d'eau qui y pénètrent du dehors.

» Ces courants d'eau, absorbés et rejetés par le vestibule génito-excrémentitiel, suivant les observations de Tonwson, confirmées par celle de M. Duméril (2), chez les Tortues d'eau douce, se rattachent à une grande question sur les usages peut-être compliqués de la vessie urinaire chez les reptiles chéloniens et batraciens, question que nous avons soulevée et sur laquelle nous aurons peut-être l'occasion de revenir dans la suite de ces fragments.

» Le deuxième Fragment a été lu dans la même séance; il traite de l'existence des Urolithes fossiles et de l'utilité que la science des fossiles or-

---

(1) Voir les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* séances des 29 juillet et 23 septembre, t. XIX, p. 249 et 585.

(2) *Erpétologie générale,* t. I, p. 193 et 412.

ganiques pourra tirer de leur distinction d'avec les Coprolithes, pour la détermination des restes fossiles de Sauriens et d'Ophidiens.

» Ce fragment servira peut-être à compléter la découverte des Coprolithes faite par M. Buckland. Il se lie à la détermination de la nature singulière de l'urine des Sauriens et des Ophidiens, à laquelle j'ai contribué par la description que j'ai donnée, en janvier 1835, de l'urine du Caméléon (1).

» Le troisième Fragment, *sur l'appareil de la génération chez les mâles, plus particulièrement, et chez les femelles des Salamandres et des Tritons*, est divisé en trois parties :

» La première partie traite *des organes préparateurs de la semence ou des glandes spermagènes des Salamandres et des Tritons*.

» M. Cuvier imprimait en 1826, au sujet des testicules de l'*Amphiuma* : « .... On ne doit pas s'étonner si l'on n'y voit pas cette complication qui a » rendu ceux des Salamandres si remarquables et si difficiles à bien expli- » quer, malgré les travaux suivis de MM. Funcke, de Schreibers et » Rathke (2) ».

» J'espère avoir surmonté ces difficultés dans le travail d'anatomie microscopique dont l'Académie a bien voulu entendre la lecture dans sa séance du 23 septembre dernier (*voir* les *Comptes rendus*, tome XIX, page 885 et suivantes), et montré que le développement des spermatozoïdes se fait dans une capsule que j'appelle *primaire*, analogue à celle des ovules, et que, dans

---

(1) Après la lecture de ce deuxième fragment, M. Roulin a bien voulu me faire part de l'observation suivante qui se rapporte au même sujet :

« En descendant la rivière le Méta avec M. Rivero, en 1824, j'ai trouvé dans les sables » du rivage des corps blanchâtres, coniques, ayant des étranglements sensibles vers leur » grosse extrémité. J'ai cru reconnaître ces corps pour être le produit des organes urinaires » des Caïmans qui abondent dans ces eaux. Quelques-uns avaient jusqu'à 1 décimètre de » long et près de 3 centimètres de diamètre à leur plus grosse extrémité. Leur consistance » était assez grande pour que j'aie pu les emporter jusqu'à Bogota, au milieu de mes » habits, sans la précaution de les envelopper et sans qu'ils se rompissent. Autant que » je puis me le rappeler, ces corps ressemblaient pour la forme aux Urolithes de Passy, dé- » couverts par M. E. Robert, et dont le Rapport de M. Dufrénoy donne la composition » chimique. »

Il ne manquait à ces morceaux d'urine de Caïman, pour devenir des Urolithes, que d'être enfouis dans un terrain conservateur, comme ceux de Passy.

(2) Sur le genre de reptiles batraciens nommé *Amphiuma*, etc.; Mémoires du Muséum, t. XIV, page 13.

l'un et l'autre cas, il n'y a pas de continuité entre les vaisseaux de cette capsule nutritive et l'ovule ou la vésicule génératrice des Spermatozoïdes.

» Dans celle d'aujourd'hui, je demande à l'Académie la permission de lui communiquer la seconde partie de ce troisième fragment : elle traite *du vestibule génito-excrémentitiel de ces mêmes animaux et des prostates qui lui sont annexées*.

» Je passerai ensuite à la troisième partie de ce même fragment, qui a pour sujet *le mode de fécondation des mêmes reptiles*.

» Le quatrième Fragment, par lequel je terminerai ma lecture de ce jour, a pour titre : *Des reins et de leur structure intime chez les Salamandres et les Tritons*, etc.

Résumé de la seconde partie du troisième fragment.

» 1°. Je traite, dans le premier paragraphe, du *vestibule génito-excrémentitiel*, en général, chez les *animaux vertébrés*. J'explique ses rapports et ses usages, et je montre que cette dénomination qui les exprime, convient aussi bien à la vulve des mammifères, au cloaque de certains genres de la même classe, qu'à celui des oiseaux et des reptiles, et même des poissons qui en sont pourvus.

» Je rappelle la juste critique qu'a faite de cette dernière dénomination, appliquée à la classe des oiseaux, M. Geoffroy-Saint-Hilaire, dans sa *Philosophie anatomique*, en prouvant que ce prétendu cloaque ne sert pas de réservoir aux fécès alimentaires; et je montre que si les usages du vestibule génito-excrémentitiel tiennent indirectement aux fonctions d'alimentation, ils sont bien plus intimement attachés aux fonctions de la génération.

» J'exprime enfin que j'ai été conduit à cette nomenclature synthétique, dans l'histoire générale que je viens de rédiger des organes de la génération, pour le VIIIe volume des *Leçons d'Anatomie comparée*, par la découverte des limites précises qui séparent, chez les mammifères, le vagin de la vulve. Cette découverte était comprise dans celle de l'*hymen chez un certain nombre de mammifères*, qui a fait le sujet d'un Mémoire que j'ai lu à la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut, au mois de juillet 1805, Mémoire qui a eu les honneurs de l'insertion parmi ceux des *Savants étrangers*, t. I, après un Rapport favorable de M. Cuvier.

» 2°. Je décris ensuite le vestibule génito-excrémentitiel dans son état de plus grande simplicité, tel qu'on le voit chez les femelles des Salamandres et des Tritons, § II, puis dans les complications successives qu'il montre chez les mâles des Salamandres, § III, et chez ceux des Tritons, § IV.

» Ces descriptions comprennent les détails principaux de sa structure, parmi lesquels j'insiste sur les rapports des embouchures des uretères et de la vessie urinaire, du rectum et des déférents chez les mâles, ou des oviductes chez les femelles.

» Ces rapports, y compris ceux des orifices nombreux des diverses prostates chez les mâles, donneront la clef des mélanges possibles entre les diverses humeurs qui sont versées dans ce vestibule.

» 3°. Les mâles des Tritons, qui sont ovipares, ont une verge considérable, dont ceux des Salamandres, qui sont vivipares, sont privés, ou chez lesquelles elle n'est tout au plus qu'à l'état rudimentaire. Ce corps se développerait beaucoup, à l'époque du rut, suivant M. Rathke. Dufay, qui l'avait très-bien reconnu en 1729, le compare à une mître.

» 4°. Les §§ VI et VII traitent d'un appareil glanduleux extraordinaire, annexé au vestibule génito-excrémentitiel, chez les mâles des Salamandres et des Tritons.

» Il se compose de plusieurs glandes paires ou symétriques, qui font partie essentielle des parois du vestibule, ou qui s'en détachent plus ou moins, soit pour se développer au dehors de cette cavité, dans le bassin, et même pour s'étendre le long des parois abdominales, soit pour former des appendices lamelleux sur le bord des lèvres internes du vestibule (dans les Tritons), ou dans l'intérieur de cette cavité (les Salamandres), dans laquelle leurs canaux excréteurs aboutissent tous.

» 5°. La structure de ces glandes se compose de tubes ou de canaux, le plus souvent sinueux et longs, plus rarement droits et courts, ou en forme de petits cœcums.

» On distingue, au microscope, à travers leurs parois, des cellules de différentes formes qui divisent la cavité de ces tubes, et paraissent être le siége particulier de leur sécrétion. Chez quelques-uns même qui appartiennent aux lamelles en palmes de l'appareil intravestibulaire des Tritons, les divisions de ces cellules se montrent dans les franges tubuleuses des palmes, et leur donnent la forme de gros intestins d'herbivores.

» 6°. Il faut remonter des Salamandres jusqu'aux mammifères, pour trouver un appareil glanduleux analogue.

» Il est, en effet, comparable aux prostates des mammifères. Par sa structure et par son développement, il ressemble même beaucoup aux prostates du Hérisson.

» Cette ressemblance s'étend jusqu'aux produits de leur sécrétion.

» Dans un Triton à crête, l'humeur prostatique que j'ai examinée à un

grossissement de 250 diamètres se compose de vésicules ovales pour la plupart; d'autres sont sphériques, oblongues, toutes sont assez grandes.

» J'ai comparé ces vésicules avec celles de l'humeur des prostates de ce mammifère insectivore, observées déjà en 1824 par MM. Prevost et Dumas (1), et j'ai constaté qu'il y avait une très-grande conformité entre elles.

» La désignation de prostate que je donne à tout cet appareil glanduleux est donc exacte, soit que l'on ait égard à la structure intime et à la nature de l'humeur qu'il sécrète, soit que l'on considère ses rapports avec les autres organes de la génération.

» 7°. Les prostates peuvent se distinguer, chez les Salamandres, en prostates vestibulaires externes, composées chacune de deux grands lobes, et en prostates vestibulaires internes, composées de la double série de lames tubuleuses, qui se voit de chaque côté, dans l'intérieur du vestibule.

» 8°. Chez les Tritons, qui ont une verge considérabble, cette double série de lames est portée plus en dehors et est moins développée.

» La portion de la prostate vestibulaire interne qui répond au lobe horizontal de celle des Salamandres, fait plus particulièrement partie des parois du vestibule des Tritons, et prend avec ces parois la forme d'une calotte hémisphérique, tandis que l'autre portion, ou le lobe vertical, devient ici une prostate pelvienne.

» Les Tritons ont, de plus, une prostate abdominale, dont l'étendue extraordinaire démontre l'importance de cet appareil glanduleux; elle recouvre sous le péritoine, comme un épais bouclier, ou comme un coussin, la plus grande partie des parois musculaires de l'abdomen.

» 9°. L'appareil glanduleux, que je fais ainsi connaître en détail, comparativement chez les mâles des Salamandres et des Tritons, d'après deux espèces de Salamandres et trois espèces de Tritons (les *T. cristatus, alpestris* et *punctatus*), a été décrit en partie pour la première fois, en 1820, par M. Rathke (2); notre prostate abdominale sous le nom de *glande pelvienne antérieure,* et une partie de notre prostate vestibulaire externe, sous celui de *glande pelvienne postérieure*.

» Dans la Salamandre commune et dans la noire, la glande anale de M. Rathke est le lobe inférieur de notre prostate vestibulaire externe.

---

(1) *Annales des Sciences naturelles*, t. I, p. 171.

(2) *Ueber die Entstehung und Entwickelung der Geschlechlstteile bei den Urodelen.* Dantzig, 1820.

» M. J. Müller, qui l'a figurée d'après la Salamandre noire, ne me paraît de même en avoir connu que le lobe horizontal, à en juger du moins par cette figure et par la courte description qu'il en donne (1).

» Si l'on compare mes descriptions et mes déterminations avec la nature, on trouvera, j'espère, que ce sujet méritait d'être repris (sur les mêmes espèces et sur plusieurs autres) avec les points de vue actuels de la science, la considération de la structure intime de ces glandes et l'analyse microscopique de leur produit.

» D'ailleurs, les palmes frangées qui garnissent la lèvre interne du vestibule des Tritons n'avaient pas encore été reconnues. Il était intéressant de montrer leur liaison avec les prostates, qui distinguent si éminemment les mâles de ces reptiles, et, selon toute apparence, les autres Urodèles de M. Duméril. Il l'était bien davantage encore de saisir les ressemblances singulières dans leur développement extraordinaire, leur structure et leur produit, que montrent les prostates du Hérisson avec celles des Salamandres, et surtout avec celles des Tritons, les seuls des animaux vertébrés, hors de la classe des mammifères, chez lesquels on ait découvert, jusqu'à présent, un semblable appareil glanduleux.

TROISIÈME PARTIE.

Du mode de fécondation des Salamandres et des Tritons.

» Les détails anatomiques dans lesquels je suis entré dans les deux parties précédentes de ce troisième fragment, et surtout dans la dernière, sur les organes d'accouplement de ces animaux, et ce que je vais dire de leur viviparité ou de leur oviparité, m'ont conduit à des notions entièrement différentes de celles adoptées généralement d'après Spallanzani et M. Rusconi, sur leur mode de fécondation.

» Les naturalistes pensent, avec ces savants, que les œufs des Tritons sont fécondés par l'intermédiaire de l'eau, comme ceux des poissons ovipares, au moment de la ponte ou après la ponte; et que ce véhicule, spermatisé par le mâle, est absorbé sans rapprochement intime des sexes, par l'orifice du vestibule de la femelle des Salamandres, qui sont vivipares, pour la fécondation intérieure des ovules.

» Cependant M. de Schreibers avait eu la rare occasion d'observer un véritable accouplement, c'est-à-dire un rapprochement intime des vestibules

(1) Pl. II, fig. 16, de son important ouvrage sur la structure intime des glandes.

de deux individus de l'un et l'autre sexe appartenant à la Salamandre noire.

» Cette observation positive détruit, à mon avis, toutes les observations négatives concernant les deux espèces de *Salamandres* qui ont été le plus étudiées dans leurs mœurs, la *commune* et la *noire*.

» Elle fait comprendre l'usage de ces prostates si développées, annexées au vestibule des mâles, et le véhicule abondant que la semence trouve dans leur produit, pour être versée immédiatement du vestibule du mâle dans celui de la femelle.

» Les poissons ovipares, dont le sperme est si abondant à l'époque du rut, et si remarquable par sa densité, n'ont jamais de prostates; l'eau dans laquelle ils le répandent étant le liquide destiné à le délayer et à le porter sur les œufs.

» Les Tritons, bien plus encore que les Salamandres, produisent une liqueur prostatique abondante, qui doit servir de même de véhicule à la semence du mâle, sans l'intermédiaire de l'eau.

» Ils ont, de plus, une verge considérable ou un organe d'accouplement très-prononcé, qui me persuade que cet accouplement a lieu réellement pour une fécondation intérieure des ovules comme chez les Salamandres.

» L'anatomie m'a donné ces convictions, malgré la grande autorité de Spallanzani et celle de M. Rusconi.

» J'ajouterai encore aux considérations des organes d'accouplement des mâles, chez les Tritons, celle de la composition des œufs complets, arrivés dans la dernière partie de l'oviducte. Ils sont très-grands, ovales et remplissent, l'un après l'autre, tout le canal de l'oviducte. Leur coque est transparente et laisse voir un vitellus sphérique qui se meut librement dans la cavité de la coque, à travers un albumen moins dense. Les œufs pondus ne sont pas différents, ni pour le volume ni pour la forme. Leur coque ne paraît donc pas propre à absorber l'eau spermatisée pour la fécondation, et à se remplir de cette eau en se dilatant et en se séparant du vitellus, comme celle des poissons. L'albumen liquide qu'elle renferme déja dans l'oviducte le démontre.

» Je crois pouvoir conclure de ces diverses considérations :

» 1°. Que la fécondation, chez ces animaux, a lieu avant la ponte, dans l'ovaire ou dans le commencement de l'oviducte, avant que l'ovule soit entouré de son albumen et de sa coque ;

» 2°. Que les sexes se rapprochent pour cette fécondation et que la verge du mâle, chez les Tritons, s'introduit dans le vestibule génito-excrémentitiel de la femelle et sert à un accouplement intime.

» Si cet accouplement n'a pu être observé par Spallanzani, ni par M. Rusconi, c'est qu'il a lieu probablement pendant la nuit, ou qu'il dure peu d'instants, comme chez certains oiseaux.

Résumé du quatrième fragment.

» Ce quatrième fragment comprend en premier lieu :

» I. *Une description détaillée des reins des Salamandres et des Tritons.*

» 1°. On verra dans le premier paragraphe que leur forme et leur étendue varient d'un sexe à l'autre, et que leur couleur peut être très-différente, chez les mâles, durant l'époque du rut, ou hors de cette époque, suivant la nature de l'urine plus ou moins épaisse qui distend leurs canaux sécréteurs.

» 2°. Dans un cas rare, j'ai trouvé les canaux urinaires de la substance du rein tellement injectés d'une urine épaisse, que j'ai pu reconnaître tous les détails d'arrangement et de structure de ces canaux.

» Ces détails sur la structure intime des reins font le sujet de mon second paragraphe.

» J'y montre que les reins des Salamandres et des Tritons se composent, comme ceux des mammifères, etc., de deux ordres de canaux. Les uns, que j'appelle *sécréteurs,* ont un plus petit calibre, sont blancs et forment des anses ou des replis assez longs et peu sinueux, quelquefois parallèles et arrangés en rosaces autour d'un ou plusieurs centres; les autres, que j'appelle *canaux modificateurs,* reçoivent l'urine des premiers et la transmettent dans les canaux excréteurs ou les uretères. Ils sont très-repliés, très-sinueux et présentent l'aspect des circonvolutions cérébrales. Leur contenu est jaune. Ces derniers se voient à la surface inférieure des reins, du côté externe, et sur toute leur face supérieure.

» Ils répondent cependant aux tubes de Bellini, composant la substance des reins, dite médullaire, des mammifères.

» Les tubes sécréteurs se montrent, dans notre exemplaire de la *Salamandre commune,* qui est un mâle, dans une bande longitudinale de la face inférieure des reins, du côté de la ligne médiane du corps (1). Ils sont sépa-

---

(1) Il était intéressant de comparer cette structure vasculaire si compliquée de l'organisation définie des reins de la Salamandre, avec celle de l'organisation se développant; j'ai mis en regard, dans ce but, la figure d'un rein d'une très-jaune Salamandre, ayant encore les branchies et seulement $0^{m},021$ de longueur, copiée dans l'ouvrage de M. J. Müller, sur *la structure*

rés des tubes modificateurs par une ligne ou une série de petits corps sphériques, qui sont les *glandules de Malpighi.*

» 3°. Ces glandules sont relativement volumineuses dans les reins des Salamandres et des Tritons. Elles ont un diamètre moyen d'un demi-millimètre.

» Leur description fait le sujet de mon troisième paragraphe. J'y montre qu'elles sont généralement superficielles et toujours en rapport avec les canaux sécréteurs. C'est à la face inférieure des reins qu'il faut les chercher, soit en série assez régulière dans la ligne médiane, comme chez le mâle de la Salamandre commune; soit dispersées irrégulièrement sur toute la surface de ce côté des reins, comme dans le mâle du Triton à crête.

» Ces glandules se composent d'une capsule dont les parois se continuent avec un canal sécréteur, ainsi que M. Bowman les a décrites dans plusieurs mammifères, et dans le Perroquet, le *Boa constrictor* et la Grenouille (1).

» Mais je ne trouve pas, dans la distribution de leurs vaisseaux, une confirmation de la figure théorique que cet anatomiste a publiée, pour expliquer la circulation du sang dans les reins des animaux qui ont une veine porte rénale.

» Les vaisseaux afférents de plusieurs de ces glandules m'ont paru provenir des ramifications de cette veine, et pénétrer dans les capsules par un ramuscule qui les contourne; il en forme la pelote vasculaire par ses ramifications, desquelles sort le vaisseau efférent.

» Ma manière de voir confirme, il me semble, la détermination de la veine porte rénale et démontre sa fonction; elle était d'ailleurs indiquée déjà par la marche du sang dans cette veine, que j'ai eu l'occasion de constater, il y a plusieurs années, par des expériences très-simples (2), qui ont été répétées et multipliées par M. Martino.

» Dans le quatrième paragraphe, je décris des amas irréguliers de corpuscules jaune-orange annexés aux parois des veines rénales efférentes, et, en avant des reins, à celles de la veine cave.

» Ces corpuscules ont absolument la même composition que ceux des reins de Grenouille, que M. le docteur Gruby regarde comme leurs reins succenturiés (3).

---

intime des glandes. On y verra, au lieu de ces canaux de deux sortes, si longs et si repliés, de nombreux petits cœcums pyriformes, qui paraissent rangés en deux séries, origine probable des deux sortes de canaux. *Pl. II, fig.* 19.

(1) *Annales des Sciences naturelles,* 2me série, t. XIX, p. 108 et 129, *Pl. I* et *II.*

(2) *Leçons d'Anatomie comparée,* 2me édition, t. VI, p. 255.

(3) *Annales des Sciences naturelles,* t. XVII, p. 212, et *Pl. X.*

» Ce sont des agrégations de vésicules sphériques renfermant un amas de granulations également sphériques, ayant un certain degré d'opacité, conservant leur forme lorsque la vésicule qui les contenait s'est rompue.

» Les vésicules des corps graisseux dont ces agrégations ont exactement la couleur, sont également sphériques de même volume à peu près; mais elles ne renferment qu'une huile transparente, de couleur d'ambre, sans granulations.

» M. Gruby a bien voulu faire avec moi ces observations comparatives sur ces corps problématiques; elles sont indépendantes de la détermination donnée à ces corps, chez les Grenouilles, par ce savant anatomiste.

» II. Ce quatrième fragment comprend en second lieu (dans les §§ VII à XIV) la description détaillée d'un singulier appareil de canaux excréteurs des reins dans la Salamandre commune, dans la Salamandre noire et dans trois espèces de Tritons.

» 1°. Cette description est précédée d'une introduction (qui fait le sujet des §§ I à VI) dans laquelle je rappelle les rapports des canaux excréteurs des reins et des glandes spermagènes dans les animaux vertébrés en général, et chez les Batraciens anoures en particulier.

» Ces rapports sont tels chez les mâles de ces derniers, que l'uretère pourrait tout aussi bien être appelé *canal déférent*, puisque c'est à la dernière partie de ce canal qu'est annexée la vésicule séminale de ces animaux, et que les canaux séminifères vont s'y joindre à son origine et à travers le rein.

» Chez les femelles, au contraire, l'urètre n'a aucun rapport avec l'oviducte.

» 2°. Une première singularité touchant les canaux excréteurs des reins chez les mâles des Salamandres et des Tritons, c'est qu'ils se dégagent en nombre variable, suivant les espèces, de la surface du bord externe du rein, et qu'ils ont un trajet plus ou moins long hors du rein, au lieu de se réunir immédiatement en un seul uretère annexé au rein, comme chez les Batraciens anoures.

» 3°. Trois, jusqu'à sept, de ces canaux se dirigent vers le déférent et ne tardent pas à s'y terminer. L'urine qu'ils versent dans ce canal excréteur doit servir, au besoin, de véhicule aux spermatozoïdes.

» 4°. Les suivants, en nombre également variable selon les espèces, grossissent très-sensiblement à l'instant où ils se dégagent du rein, se déploient au dehors, sont d'autant plus longs qu'ils sont plus avancés, forment un faisceau considérable, et ne se réunissent en un seul canal que très-près du vestibule dans lequel ils s'ouvrent tout à côté du déférent.

» Ces canaux sont distendus, à l'époque du rut, par une urine plus ou moins épaisse et laiteuse. Leur faisceau forme, de chaque côté, une sorte de réservoir, *que de célèbres anatomistes* (1) *regardent encore aujourd'hui comme une vésicule séminale, et sur le contenu duquel il restait de l'incertitude qu'il importait à la science de faire disparaître*. Ce faisceau singulier d'uretères n'a tout au plus de comparable et d'analogue que celui des canaux excréteurs du pancréas des *Pithons* que j'ai fait connaître, en 1832, dans mes *Fragments sur l'organisation des serpents*, dont l'Académie a bien voulu voter l'insertion parmi les *Mémoires des Savants étrangers*, sur le Rapport de M. E. Geoffroy-Saint-Hilaire.

» 5°. Ces mêmes canaux excréteurs sont aussi nombreux chez les femelles, mais plus petits et transparents, par suite de la minceur de leurs parois et de la limpidité de l'urine qu'ils charrient; ils se réunissent plus tôt à l'uretère.

» Ces différences sexuelles dans les canaux excréteurs des reins, jointes à celles que nous avons indiquées dans la forme et l'étendue de ces organes, montrent incontestablement leurs rapports avec les organes de la génération, et que ces rapports sont plus intimes chez les mâles que chez les femelles.

» 6°. En dernier résumé, ce quatrième fragment :

» *a*. Fait connaître dans la forme des reins des Salamandres et des Tritons, et dans l'appareil singulier de leurs canaux excréteurs, des différences sexuelles très-sensibles.

» *b*. On y trouve démontrés, pour la première fois, des rapports organiques très-singuliers entre les organes mâles de la génération chez ces animaux, et les canaux excréteurs des reins.

» *c*. On y verra que la structure intime de ces derniers organes est aussi compliquée que celle des reins chez les mammifères, et qu'elle se compose de deux sortes de canaux sécréteurs, dont les uns sont en rapport avec les glandules de Malpighi, et dont les autres se continuent à la surface du rein avec les canaux excréteurs.

» Cette dernière circonstance organique démontre surabondamment que ces canaux excréteurs ne sont pas des vésicules séminales ; ce que prouvait déjà leur existence chez les femelles comme chez les mâles de ces Batraciens urodèles.

» Dans les troisième et quatrième fragments, pour l'examen desquels je

---

(1) MM. Rathke et J. Müller.

prie M. le Président de vouloir bien nommer des Commissaires, j'espère avoir montré, comme dans mes observations sur les Dents, comme dans celles sur le développement des Pœcilies, le soin que je mets à me livrer à des recherches anatomiques de structure intime et d'analyse microscopique.

» Après avoir assisté, il y a plus de quarante ans, à l'époque de création de l'Anatomie comparée, pour laquelle cette Académie peut revendiquer la gloire d'avoir préparé, dès l'instant de sa fondation, une notable partie des matériaux nécessaires, je suis heureux d'être encore acteur durant l'époque actuelle, qui est celle de perfectionnement de cette belle science. »

Ce Mémoire est accompagné de deux planches comprenant vingt-cinq figures.

Les Commissaires nommés pour son examen, sont MM. Duméril, de Blainville, Isid. Geoffroy-Saint-Hilaire et Milne Edwards.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un membre qui remplira, dans la Section de Chimie, la place vacante par suite du décès de M. *d'Arcet*.

Avant qu'on ne procède au scrutin, M. le Président annonce que M. Peligot s'est désisté de la candidature par une Lettre dont il n'est pas donné lecture à la séance, mais que nous reproduisons plus bas.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 54,

M. Balard obtient 28 suffrages.
M. Fremy. 26

M. Balard, en conséquence, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

Voici le texte de la Lettre de M. Peligot :

« M. le Président,

» Je viens vous prier de vouloir bien faire connaître à l'Académie la détermination que j'ai prise de me désister de ma candidature, pour la place actuellement vacante dans la section de Chimie.

» Cette détermination m'a été imposée par une circonstance qui, peut-être, n'a pas été sans influence sur le rang que j'occupe parmi les candidats que la section de Chimie présente au choix de l'Académie. Outre les recherches que

j'ai publiées, depuis douze ans, sur des sujets variés, quelquefois difficiles et importants, j'avais à présenter, comme un titre principal aux suffrages de MM. les membres de l'Académie, mon travail sur l'*uranium*, qui date de 1842. Accueilli avec une grande bienveillance par la plupart des chimistes, ce travail avait été néanmoins vivement critiqué, dans quelques-unes de ses déductions théoriques, par l'un des illustres associés étrangers de l'Académie; j'ai répondu, par de nouveaux faits qui m'ont semblé décisifs, aux observations de M. Berzelius, et j'ai réclamé, avec instance, l'intervention et le jugement de l'Académie dans une discussion dont elle possède tous les éléments.

» Le Rapport sur le deuxième Mémoire sur l'uranium que j'ai lu au mois d'avril dernier, n'a pas été fait, la section de Chimie ayant décidé, d'après des motifs que je respecte, qu'aucun Rapport ne serait présenté sur les travaux des candidats pour la place devenue vacante dans son sein. Cette décision, maintenue malgré mes réclamations, m'a privé d'un appui qui pouvait seul contrebalancer l'accueil peu favorable que M. Berzelius a fait à mon travail. J'avais d'ailleurs besoin de la sanction que l'Académie aurait peut-être accordée à mes recherches sur l'uranium, sanction que je sollicite encore aujourd'hui, non pas dans un étroit intérêt d'amour-propre, mais dans l'intérêt de la science et de la vérité, pour lutter, avec quelque chance de succès, contre les titres des autres candidats.

» En renonçant cette fois aux suffrages de MM. les membres de l'Académie, je les prie de recevoir l'expression de ma vive gratitude pour les marques nombreuses de bienveillance et d'intérêt dont ils ont bien voulu m'honorer. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Notice sur la constitution géologique du cap de Bonne-Espérance; par* M. J. Itier.

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« On n'a pas eu jusqu'ici d'idées bien arrêtées sur la constitution géologique de l'extrémité méridionale du continent africain. L'étude que je viens de faire de la montagne de la Table (cap de Bonne-Espérance) et de ses environs, en fixant l'âge de ce terrain, servira peut-être de point de départ aux travaux de recherche que réclame ce pays, si peu étudié jusqu'ici au point de vue géologique, et pourtant si plein d'intérêt.

» La montagne de la Table et ses annexes, dont le prolongement forme le

promontoire désigné sous le nom de cap de Bonne-Espérance, présente une composition de terrain assez simple.

» La base de la montagne de la Table, dans la partie qui regarde la ville du Cap, est un granite porphyroïde très-bien caractérisé, qui s'est fait jour violemment au milieu des psamites schisteux, dont il a disloqué les couches en pénétrant à travers, par voie d'injection, et en modifiant plus ou moins profondément la texture de cette roche de sédiment.

» Au-dessus de ces psamites schisteux métamorphiques, et jusqu'à la hauteur d'environ 550 mètres, s'étend, en couches inclinées de près de 10 degrés au sud-ouest, présentant leurs tranches à l'escarpement, un grès argilo-siliceux où abonde le mica en petites paillettes et qui alterne avec des schistes argileux très-ferrugineux d'un rouge sanguin. Ce grès paraît n'avoir pas complétement échappé à l'effet du voisinage des injections granitiques Vient ensuite un puissant dépôt d'un grès quartzeux blanc, en couches de 1 mètre au moins d'épaisseur, également inclinées d'environ 10 degrés au sud-ouest, entremêlées à divers niveaux par de petites couches de cailloux arrondis de quartz blanc, dont la grosseur varie entre celles d'un pois et d'un œuf de pigeon. Cette roche constitue le plateau de la montagne de la Table, élevé de 1163 mètres au-dessus du niveau de la mer, et les sommets des Pics-du-Diable (1076 mètres), et de la Tête-du-Lion (966 mètres), ainsi que de la chaîne de montagne qui se termine à la mer, au cap de Bonne-Espérance, dont le pic a 320 mètres d'élévation.

» La protubérance granitique de la base de la montagne de la Table s'allonge dans la direction de l'ouest, 42 degrés nord, et vient faire saillie sur le col qui sépare ce massif du pic de la Tête-du-Lion, pour s'enfoncer ensuite sous le psamite argilo-schisteux et le grès, et reparaître de l'autre côté du pic, au bord de la mer, depuis Camp's-Bay jusqu'au phare de Cape-Town.

» Sur cette partie de la côte, comme au pied de la montagne de la Table, ce granite offre à l'observation une foule de points en contact avec la partie inférieure du psamite argilo-schisteux qu'il a modifié plus ou moins profondément : tantôt il a poussé des filons sinueux de plusieurs mètres d'épaisseur à travers les feuillets disloqués de cette roche de sédiment; tantôt il en empâte les fragments; partout l'effet du métamorphisme est en raison de la puissance des masses injectées. Les parties du psamite les plus voisines du granite sont transformées en une espèce de schiste maclifère à grains fins, et dont les reflets cristallins complètent son identité avec les schistes modifiés par les granites porphyroïdes que nous avons observés sur plusieurs points des Pyrénées-Orientales, notamment dans la vallée de Carol et à Railleu.

D'autres parties sont devenues des schistes coticules ou des lydiennes du grain le plus fin. Là où les feuillets de la roche modifiée ont été relevés verticalement, elle se prolonge dans la mer en une multitude d'aiguilles qui ont résisté aux vagues, tandis que le granite qui les entourait a disparu sous l'action destructive du flot.

» On observe une dégradation sensible dans les effets du métamorphisme à mesure que les psamites s'éloignent de la masse granitique, et le terrain de la Croupe-du-Lion, qui en est séparé par une épaisseur d'environ 250 mètres, offre déjà, à sa partie supérieure, des schistes argileux, gris, jaunâtres, exempts d'altération; enfin, en s'éloignant davantage du centre d'action, le schiste argileux micacé qui forme la petite île Robben, située au milieu de la baie de la Table, conserve tous ses caractères sédimentaires. Il se débite à la manière du schiste et est employé, dans les constructions, comme pierre à daller.

» La même protubérance granitique, dont nous avons signalé l'existence au nord-ouest de la base de la montagne de la Table, se poursuit au-dessous des psamites argilo-schisteux, dans la direction de l'est 42 degrés sud, et se montre à découvert entre Constantia et Hout-Bay. Ainsi le granite porphyroïde sert, comme on voit, de base à la formation sédimentaire qu'il a soulevée sur une vaste étendue, et sans trop déranger l'horizontalité des masses qui, à la Table, ne s'en écartent, comme nous l'avons déjà dit, que d'environ 10 degrés vers le sud-ouest.

» Le granite porphyroïde n'a pas été le seul agent des dislocations que le sol a subies sur ce point. En effet, sans parler, 1° des filons siliceux garnis intérieurement de druses, de cristaux de quartz, mêlés d'amphibole noire prismatique; 2° d'un granite particulier où le mica vert abonde, et qui a aussi jeté d'épais filons dans le granite porphyroïde, postérieurement à sa solidification, dans la direction du nord-ouest au sud-est, nous avons à signaler, sur ce point, l'existence de plusieurs dikes d'une roche noire-grisâtre, composée de pyroxène, de feldspath et de fer oxydulé unis intimement, et que nous rapporterons au trapp : ces dikes sillonnent non-seulement le granite, mais encore toutes les roches sédimentaires qui s'y montrent superposées. L'un de ces filons, d'environ 1 mètre d'épaisseur, courant dans la direction de l'ouest 40 degrés nord, croise transversalement, au milieu du granite porphyroïde, le col qui sépare la montagne de la Table du pic de la Tête-du-Lion; puis il se prolonge, de part et d'autre du col, dans le psamite et le grès quartzeux qui le flanquent. En s'avançant vers l'ouest, dans le sentier qui côtoie la base du pic de la Tête-du-Lion, on rencontre bientôt, sur le

flanc de cette montagne, plusieurs dikes qui la traversent dans la direction ouest 35 degrés nord, c'est-à-dire à peu près parallèlement au premier, et qui ont jusqu'à 8 mètres de puissance. L'un de ces dikes, dérangé de sa position normale par un glissement du sol postérieur à l'injection, présente une disposition analogue à celle qu'on observe parfois dans les couches de combustible des bassins houillers.

» Le trapp se décompose à l'air, à la manière des roches plutoniques auxquelles le feldspath sert de base : ainsi il se convertit en sphéroïdes concentriques, dont les zones sont dans un état de décomposition d'autant plus avancé qu'elles s'éloignent davantage du centre. La suroxydation du fer et la décomposition du feldspath se réunissent pour hâter la désagrégation des parties constitutives de cette roche. Dans son contact avec le grès quartzeux, le trapp n'a subi ou causé aucune modification : nous avons recueilli des échantillons où les deux roches, soudées ensemble, n'indiquent aucune action mutuelle.

» Il résulte des faits qui précèdent qu'à plusieurs époques, sans doute fort éloignées les unes des autres, des matières en fusion de nature très-différente se sont fait jour à travers les fissures de la première dislocation occasionnée par le granite. Nous avons recueilli, vers le sommet de la Table, des fragments de grès quartzeux blanc, traversés par des filets de manganèse peroxydé, qui ont accompagné sans doute l'une des injections plutoniques dont il s'agit.

» Avant de chercher à établir l'âge relatif des diverses formations dont nous venons de parler, nous devons, pour compléter la description géologique des environs de la ville du Cap, dire un mot des terrains de plaine qui l'entourent.

» Le pourtour et le fond des divers bassins du voisinage sont occupés par un dépôt de cailloux incomplétement roulés, dont la grosseur varie entre celles du poing et d'un grain de mil, et qui sont reliés par un ciment argilo-ferrugineux passant, sur certains points, à la limonite la mieux caractérisée. Les matériaux de ce dépôt ont été évidemment fournis par la roche en place : ainsi ce sont des fragments anguleux de psamite métamorphique et de quartz, ou bien des cailloux arrondis de grès quartzeux, circonstances qui tendent à établir qu'ils ne viennent pas de loin.

» Le fond de ces bassins est principalement occupé par diverses couches d'argile plastique et de sable blanc quartzeux renfermant des bois charbonneux de la nature du lignite. On en peut observer une couche sur la berge du ravin creusé par un fort ruisseau venant de Tiger-Berg, colline terminant

à l'est l'isthme qui réunit la montagne de la Table au continent : l'endroit où la couche de la lignite est à découvert, est à 14 kilomètres de la ville du Cap dans la direction est 16°30′ sud; son épaisseur varie entre 30 et 65 centimètres : elle est horizontale et comprise entre deux couches d'argile plus ou moins sableuse; elle présente, sur quelques points, des masses ligneuses conservant des traces évidentes d'écorces, de veines et de nœuds de bois, et renfermant vers leur centre des couches contournées et irrégulières de fer sulfuré. Sur d'autres points, la couche consiste en plaques de charbon de la nature de la tourbe, et brûlant avec une flamme claire : le charbon le plus compacte est luisant comme du jayet; il donne à la distillation les produits du bois. Tout annonce un enfouissement d'une époque géologique fort récente.

» Cette même couche de lignite a été retrouvée à Wynberg, langue de terre partant du pied de la montagne de la Table. Voici quelle est sur ce point la composition du dépôt, d'après les travaux de sonde qui ont été faits :

	m
Couche de lignite	0,61
Terre bleue onctueuse	1,52
Terre blanche onctueuse	6,70
Grès gris avec argile	6,40
Grès brun chocolat	4,25
Argile bleuâtre onctueuse	9,40
Sable rayé rouge et blanc avec argile	10,00
	38,88

» La série des couches de ce terrain est surmontée par une formation de calcaire qui constitue plusieurs collines élevées de 8 à 10 mètres au-dessus de la plaine, et qu'on observe surtout dans l'isthme qui sépare False-Bay de Table-Bay, ainsi que sur la côte près des batteries qui défendent au nord-ouest les approches de la ville du Cap. Cette roche est un calcaire travertin blanc subcrayeux mélangé de sable blanc quartzeux. On y observe des concrétions calcaires qui ont les formes les plus bizarres. Les parties de la roche où le sable est peu abondant servent à la fabrication de la chaux : on n'y rencontre, en fait d'êtres organiques, que des hélices de deux espèces qui ont encore leurs identiques, vivant dans la contrée. La base de ce dépôt calcaire est mélangée des débris roulés de limonite.

» On observe enfin, disséminés çà et là, au pied de la montagne de la Table et de ses contreforts, un grand nombre de blocs de granite que des ob-

servations superficielles ont fait regarder comme erratiques; l'examen attentif que nous avons fait de leur nature nous a prouvé, avec la dernière évidence, qu'ils provenaient tous de la protubérance de granite porphyroïde dont nous avons signalé plus haut l'existence à la base du groupe des montagnes qui forment le cap de Bonne-Espérance.

» Si ces blocs ne sont pas précisément en place, c'est uniquement aux éboulements naturels du sol qu'il convient de l'attribuer : il faut donc renoncer à voir là, comme on l'a prétendu, l'effet d'un phénomène analogue au diluvium.

» Après avoir décrit la nature et la situation du sol des environs de la ville du Cap, il nous reste à discuter l'âge et le mode de formation des terrains qui le constituent; nous nous aiderons dans ce travail de nos propres observations comme des renseignements positifs que nous avons pu nous procurer dans le pays.

» Si nous n'avions, pour décider à quelle formation appartiennent les masses stratifiées dont est formé le groupe des montagnes du cap de Bonne-Espérance, que leur composition minéralogique, nous serions sans doute embarrassés pour déterminer leur position dans la série des terrains de transition dont ils font incontestablement partie; mais les fossiles que nous possédons et qui ont été recueillis par M. Wentzel, géomètre du cadastre, au sommet de la montagne de Cédarberg, à la hauteur d'environ 1200 mètres au-dessus du niveau de la mer, dans un psamite argilo-schisteux superposé au même grès quartzeux qui forme le plateau de la montagne de la Table, nous permettent de rapporter ce dernier à la partie supérieure de la formation cambrienne. Nous avons reconnu, en effet, parmi ces nombreux fossiles, le *Calymene Blummenbachii* et l'*Asaphus caudatus,* qui caractérisent dans l'hémisphère boréal l'étage inférieur silurien. Ce ne sont pas là, d'ailleurs, les seuls fossiles que renferment ces schistes; on y remarque des producta, des bivalves se rapprochant, pour la forme, du genre *Donax,* et d'autres corps organiques voisins du *Calceola*.

» L'identité des terrains de transition de l'extrémité méridionale de l'Afrique et du nord de l'Europe et de l'Amérique, soit sous le rapport de la composition minéralogique, soit sous celui de la paléontologie, doit donc être considérée comme un fait acquis à la science et qui vient donner une nouvelle sanction à l'opinion depuis longtemps émise sur l'étendue et la généralité des phénomènes géologiques aux premiers âges de la terre. Les travaux de MM. Murchison, de Verneuil, de Castelnau, d'Orbigny, etc., ont fait connaître l'existence, en Angleterre, en Russie, aux États-Unis et dans la Bolivie,

des terrains de transition depuis le 60ᵉ degré de latitude nord jusqu'au 20ᵉ de latitude sud. La même formation se prolonge, ainsi que nous venons de le constater, sur le continent africain jusqu'au 34ᵉ degré de latitude sud; ainsi ils occupent sur la sphère terrestre une étendue de 94 degrés en latitude, et de plus de 600 myriamètres en longitude. De nouvelles recherches, en reculant sans doute encore les limites que nous assignons provisoirement à cette formation, démontreront l'universalité des conditions d'existence des êtres organisés qui furent les premiers habitants de notre globe.

» Le granite porphyroïde, qui a modifié et soulevé dans une vaste étendue le terrain de transition de l'Afrique méridionale, est analogue aux mêmes variétés de granite déjà observées dans les Pyrénées-Orientales et à la côte de Laber, près Brest, où il a aussi métamorphosé des schistes et des psamites de transition. Il contient çà et là des cristaux d'amphibole noire, et à Kannes-Berg, les Hottentots y exploitent une veine considérable de stéatite (pierre olaire) identique à celle de Molitch, près Prades (Pyrénées-Orientales), et qu'ils façonnent en forme de pipes et de vases.

» La direction générale imprimée au soulèvement de l'extrémité sud-ouest de l'Afrique est, comme nous l'avons déjà dit, ouest 42 degrés nord; c'est celle, du moins, qu'indique la boussole d'après l'orientation des couches, bien que la chaîne qui se termine au cap de Bonne-Espérance semble se diriger à peu près du nord au sud. Les faits nous manquent pour fonder sur cette donnée un rapprochement d'époque avec les soulèvements observés en Europe.

» Aucun des nombreux membres de la série des terrains de sédiment compris entre la formation de transition et les alluvions anciennes n'existe aux environs de la montagne de la Table, pour aider dans ce genre de recherches auquel les travaux de M. Élie de Beaumont ont donné tant de valeur. Le sol de la plaine située aux environs de la ville du Cap, et que nous avons décrite plus haut, ne peut, en effet, être rapporté qu'aux terrains d'alluvion postérieurs au diluvium; l'existence du lignite à l'état de bois carbonisé dans les sables argileux de la vallée de Tiger-Berg, les hélices ensevelies dans le tuf calcaire et les couches de cailloux plus ou moins arrondis que la limonite a reliés, ne laissent à nos yeux aucun doute sur l'origine comme sur l'âge de ce dépôt. A défaut de coquilles d'eau douce pour démontrer directement qu'il s'agit ici d'un dépôt lacustre, nous dirons que la nature et la forme des cailloux reliés par la limonite indiquent, d'une part, qu'ils ont été empruntés aux pentes voisines, et, d'un autre côté, qu'ils ont été réunis dans les eaux peu agitées d'un lac. L'existence, au milieu du tuf calcaire qui forme dans la plaine plusieurs éminences, de deux espèces d'hélices dont les analogues

existent encore actuellement, prouve, non moins que les couches de bois carbonisé dont nous avons déjà parlé, qu'il s'agit d'un dépôt littoral récent, et l'absence de tout vestige d'être marin et de toute action de la mer vient confirmer l'opinion que ce dépôt s'est formé dans un lac d'eau douce où sourdaient des sources chargées de carbonate de chaux.

» Ainsi, à une époque rapprochée de celle où nous vivons, et probablement contemporaine de l'homme, un lac baignait le pied de la montagne de la Table. Le phénomène qui y a mis fin n'a dépassé nullement la puissance des causes actuellement agissantes; un léger changement dans le niveau du continent africain, et les courants que le déplacement momentané des eaux a dû produire, ont suffi pour déterminer son desséchement et la forme actuelle de son fond.

» Au surplus, ce phénomène, que nous circonscrivons ici dans la plaine avoisinant la montagne de la Table, est, à ce qu'il paraît, infiniment plus général qu'on ne le supposerait au premier abord, et d'après les observations que nous avons eu occasion de faire précédemment dans la partie du Sahara qui longe le fleuve du Sénégal, ainsi que dans la portion de la Sénégambie qui comprend le Wallo, le Cayor, le Fouta et la presqu'île du cap Vert, nous sommes fondés à admettre que ces immenses plaines intérieures, que traversent le Sénégal et la Gambie, sont aussi des fonds de lacs peu profonds dans lesquels étaient entraînés les sables et les cailloux que la limonite reliait ensuite sur place. Les lacs de Panié-Foul et de Cayor, qui subsistent encore, peuvent nous donner une idée de ce qu'était alors la surface inondée de ces contrées, tandis que les parties avoisinant la mer et envahies par ses eaux nourrissaient des huîtres et une foule d'autres coquilles actuellement vivantes sur la côte ou à l'embouchure du fleuve, et dont on retrouve des bancs épais à Diondoun, à Lampsar, etc., villages nègres situés aujourd'hui à plusieurs lieues dans l'intérieur des terres. Un léger exhaussement du sol a suffi, là comme à l'extrémité du continent africain, pour faire sortir ces plaines du sein des eaux. L'identité des formations, mise à découvert, assigne une date commune à ces phénomènes, dont l'action se serait ainsi exercée, de nos jours, sur une étendue de plus de 480 myriamètres de côte.

» Nous eussions vivement désiré d'étendre nos propres observations aux chaînes de montagnes qui se dirigent au nord et à l'est dans le pays des Hottentots et des Cafres; mais le temps nous a manqué pour le faire, et nous avons dû nous borner à compléter l'étude de ce pays par l'examen des collections existant au Cap, ainsi que dans les relations pleines d'intérêt que nous ont offertes M. le colonel Mitchell, ingénieur en chef de la colonie, et

M. Hertzog, chef du cadastre. Nous exposerons ce que nous avons eu occasion d'apprendre ainsi, dans l'espoir d'attirer l'attention des géologues sur ce point, et de provoquer leurs explorations à travers un pays aussi intéressant qu'il est facile à parcourir sous tous les rapports.

» A l'exception d'une chaîne de montagnes commençant à Table-Bay et longeant la côte occidentale dans la direction du nord-nord-ouest, l'Afrique méridionale est généralement composée de plusieurs chaînes parallèles de hautes montagnes s'étendant de l'est à l'ouest, et que séparent des vallées et des plaines hautes d'une grande étendue.

» La première chaîne est séparée de la mer par une bande de terres ondulées dont la largeur varie entre 15 et 50 kilomètres. Elle est échancrée par plusieurs baies et traversée par de nombreux ruisseaux. Le sol en est fertile et couvert de bois.

» Vient ensuite, en s'avançant vers l'intérieur, la chaîne de Swaart-Berg ou des montagnes Noires. Plus haute et plus escarpée que la première, elle est formée sur plusieurs points d'une double ou triple ligne de rameaux; un espace de 16 à 18 kilomètres de terrain accidenté, stérile et sec, connu dans le pays sous le nom de *Karroo,* sépare la première chaîne de la deuxième.

» La troisième chaîne est appelée Nieuweldt-Bergen. La plus haute de ces cîmes, connue sous le nom de Konsberg, a 1 547 mètres d'élévation au-dessus du niveau de la mer. Entre la troisième et la deuxième chaîne se trouve le grand Karroo ou désert. C'est un plateau élevé d'environ 350 mètres au-dessus du niveau de la mer, mesurant de l'ouest à l'est 450 kilomètres, et du nord au sud 125 kilomètres, dont la surface argileuse est recouverte çà et là de sable clair-semé, et sur laquelle s'élèvent, de distance en distance, de petits arbres rabougris.

» A l'ouest et le long de la côte, le sol s'élève aussi en gradins jusqu'à la chaîne du Roggeweldt qui se confond avec la chaîne du Nieuweldt. On peut même considérer la chaîne du Roggeweldt-Bergen comme commençant vers le 30e degré de latitude. Après avoir couru dans l'espace de 2° 30′ au sud-sud-est, elle se coude vers l'est, puis, avant de se diriger au nord-est vers la baie Delagoa, elle forme comme un renflement qui donne naissance à la montagne de Spitz-Kop, haute de 2 100 mètres.

» La formation de grès quartzeux de la montagne de la Table couronne la plupart des montagnes de la Cafrerie, et forme comme des plateaux escarpés, d'un côté, et inclinés en pente plus ou moins prononcée, de l'autre : les couches de schiste et de psamites s'y montrent dans le même ordre de superposition qu'à la Table. Le terrain silurien occupe les points les plus élevés.

» A Caledon-Kloof, gorge située à 240 kilomètres à l'est de la ville du Cap, le soulèvement a produit, au milieu des terrains de transition, une voûte arquée comme on en observe dans le Jura.

» Il existe dans ces montagnes plusieurs gîtes métallifères qui offrent certainement autant d'intérêt au point de vue industriel que sous le rapport scientifique. Nous citerons en première ligne les mines de cuivre carbonaté et sulfuré de Coper-Berg, montagne située à 480 kilomètres au nord de la ville du Cap, et en dehors des limites de la colonie anglaise. Cette montagne est traversée, dans tous les sens, de filons qui se prolongent fort loin, puisqu'on en retrouve des traces à 80 kilomètres de là, sur les deux rives de la rivière d'Orange.

» Près de la baie de Camtoos, distante d'environ 30 kilomètres de la baie Delagoa, on trouve, sur la pente escarpée d'un ravin profond, un filon de plomb sulfuré de 1 décimètre d'épaisseur, traversant un grès quartzeux appartenant au terrain de transition : l'essai de ce minerai a donné pour résultat 50 pour 100 de plomb et un demi pour 100 d'argent.

» Entre Algoa-Bay et Graham's-Town, à 18 kilomètres de la mer, près de la rivière de Boschjesman, il existe un escarpement formé d'un conglomérat de galets et de sable d'environ 150 mètres. Vers les deux tiers de cette hauteur, on trouve une grotte qui peut avoir 5 mètres de largeur sur 3 mètres de hauteur, dont le sol est recouvert d'une épaisse couche d'alun de plume, dont les filets soyeux et déliés ont plus de 15 centimètres de longueur, et qui s'implantent sur une couche de 3 centimètres de magnésie sulfatée. Ce terrain paraît appartenir à la formation tertiaire; il renferme, à sa partie supérieure, une grande quantité d'huîtres analogues à l'*Ostrea virginica* de la molasse du bassin du Rhône.

» Enfin, il existe à Calédon, à Bocfeldt et à Beaufort, des gîtes de manganèse oxydé, de grenat, de topaze et de prénhite.

» Le pays possède plusieurs sources d'eaux minérales fort précieuses. On en compte une à Graff-Reinet : l'eau en est froide, mais elle est fort riche en soufre. A 8 kilomètres à peu près de Cradock, dans le Sommerset, il existe une source minérale sulfureuse dont la température est de 30 degrés centigrades. On l'administre avec succès en bains.

» Le village de Calédon compte deux sources thermales, dont la température est de 33 degrés; elles tiennent en dissolution une grande quantité de chlorure de sodium. On les emploie en médecine dans les rhumatismes chroniques et dans les maladies de la peau. Le même district possède encore deux autres sources thermales, celle de Coyman's-Kloof, à une température de

45 degrés; elle contient du chlorure de sodium. L'autre est située à Roodeberg; sa température est de 34 degrés; elle tient en dissolution un peu de carbonate de chaux.

» Il existe en outre, dans le pays, un grand nombre de sources et de lacs salés. Plusieurs sont situés à 320 kilomètres dans l'intérieur, et à 1500 et 2000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le sel s'y prend spontanément en croûtes qui ont de 15 à 18 centimètres d'épaisseur, et qu'on exploite pour servir à la consommation du pays. »

GÉOLOGIE. — *Note sur la physionomie générale de l'Altaï; par* M. DE TCHIHATCHEFF.

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« Le mot d'*Altaï*, tel qu'il est généralement employé, est une dénomination aussi vague, sous le point de vue topographique, que contraire au sens qu'y attachent les indigènes. En me servant de ce nom dans son acception la plus étendue, il me suffira de faire observer que je l'applique à la contrée montagneuse située entre 79 et 86° 20′ de longitude est (de Paris), et entre 49 et 52° 30′ de latitude boréale, en me réservant de motiver, dans un ouvrage spécial que je publierai incessamment sur ces contrées, la délimitation dont je viens d'indiquer seulement, et d'une manière approximative, les points astronomiques, vu que l'énumération des localités qui représentent les limites en question, ainsi que l'indication des chaînes de montagnes qui composent le massif de l'Altaï, offriraient le grave inconvénient de produire une longue série de noms, pour la plupart encore inconnus dans la géographie, et ne possédant conséquemment aucune valeur sans l'aide d'une carte (1). En désignant par le nom d'*Altaï* la contrée comprise entre les points astronomiques susmentionnés, nous aurons un massif d'environ 800 kilomètres de longueur, sur près de 350 kilomètres de largeur : massif hérissé de montagnes et sillonné par un grand nombre de cours d'eau, dont plusieurs laissent derrière eux, non-seulement les plus grands fleuves de l'Europe, et même de l'Asie méridionale, mais encore peuvent prétendre aux premières places dans le système hydrographique du monde connu. Le fleuve principal de l'Altaï est, sans contredit, l'*Ob*, dont les immenses ramifications embrassent, comme d'un réseau labyrinthique, toute la surface de cette vaste contrée. Une parti-

(1) Un atlas in-folio, composé de huit cartes, destiné à accompagner mon ouvrage, est sur le point d'être achevé.

cularité remarquable, mais dont le nombre trop circonscrit d'observations ne permet point de rendre compte, c'est que, dans la plupart des rivières qui parcourent l'enceinte de l'Altaï, le niveau des deux rives présente un contraste plus ou moins prononcé, et nommément l'élévation de la rive droite comparée à la hauteur peu considérable de la rive gauche, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre par l'examen d'une foule de localités que je pourrais signaler. Ce phénomène, qui semble se répéter même dans la Sibérie septentrionale, où M. l'amiral Wrangel le fait observer sur la rivière Anouï, se reproduit également dans la Russie européenne, puisque l'élévation de la rive droite du Volga contraste presque partout avec le niveau peu considérable de la rive opposée; c'est ce qu'on voit, entre autres lieux, à Nijni-Novogorod, à Kazan, à Simbirsk, à Saratoff, etc.

» 1°. Lorsqu'on considère la direction principale des cours d'eau qui sillonnent la vaste enceinte de l'Altaï, on observe qu'elle présente fréquemment une concordance assez prononcée avec le double type de la direction orographique et stratigraphique qui caractérise ces contrées. En effet, non-seulement une grande partie des fleuves, rivières et torrents y coulent du nord-est au sud-ouest et du sud-est au nord-ouest, mais encore remarque-t-on que la première direction domine, dans les contrées caractérisées par une direction orographique et stratigraphique exactement semblable, tandis que la seconde direction prévaut dans l'Altaï oriental où elle se manifeste également dans les phénomènes orographiques et stratigraphiques. A côté de ces deux directions principales, il en existe une troisième qui parfois ne se présente que comme une modification de la direction du sud-est au nord-ouest, mais qui cependant coupe souvent cette dernière sous un angle plus ou moins considérable, c'est celle du sud-sud-est au nord-nord-ouest; or, c'est nommément le cas avec le fleuve principal de l'Altaï, l'Ob, ainsi que plusieurs de ses affluents. On pourrait, en quelque sorte, expliquer ce phénomène en considérant qu'une grande partie des volumes d'eau actuellement existants dans l'Altaï, sous forme de rivières, se trouvaient peut-être originairement encaissés, comme autant de bassins fermés, dans les cavités et les fissures déterminées par les phénomènes des soulèvements et des éruptions, et que, dans la suite des temps, les eaux, rompant leurs digues, se sont écoulées dans le sens de la pente la plus rapide. Or, le massif de l'Altaï s'incline sensiblement soit du sud-sud-est au nord-nord-ouest, soit du sud-sud-ouest au nord-nord-est, ainsi que le prouve d'ailleurs le plongement dominant des couches. Aussi la majorité des vallées transversales de l'Altaï peuvent être plutôt considérées comme des *vallées d'effraction* que comme des *vallées d'érosion.*

» 2°. En examinant attentivement la distribution des chaînes dont le vaste domaine de l'Altaï se trouve hérissé, on y aperçoit deux types assez distincts qui pourraient, sous ce rapport, le diviser en deux portions plus ou moins naturellement délimitées.

» La première portion, que je nommerai l'*Altaï occidental*, comprend la région située à peu près entre le 79e degré et le 84e degré de longitude est, et se trouve caractérisée par une direction dominante des chaînes de montagnes du nord-ouest au sud-est. On la voit plus ou moins distinctement prononcée dans l'alignement général de toutes ces masses désignées dans le pays par le nom de *Belki* ou Alpes.

» La seconde portion, que je nommerai l'*Altaï oriental*, comprend la région située entre le 84e degré et le 88e degré de longitude. Dans cette portion, la direction des montagnes s'éloigne de plus en plus de celle qui domine dans la précédente. A mesure qu'elles approchent du grand plateau de la Tchouya, que l'on peut considérer comme le point de séparation entre le système de l'Altaï et celui des Sayanes, elles se relèvent graduellement vers l'est, et finissent par s'aligner, soit presque parallèlement aux méridiens, soit dans la direction du nord-est au sud-ouest. Il n'est pas sans intérêt d'observer que c'est précisément sur le point de contact entre les deux grands types orographiques que l'on remarque ces contours demi-circulaires, ces lignes tordues et plissées qu'y affectent plusieurs chaînes de montagnes. D'ailleurs, un coup d'œil sur une carte exacte fera aisément apprécier ce caractère de contournement remarquable que présentent plusieurs chaînes de montagnes situées dans la région dont il s'agit, caractère qui s'y trouve reproduit quelquefois d'une manière si singulière, et sur une échelle si grandiose, que l'on voit souvent des crêtes considérables se replier sur elles-mêmes, soit en forme de croissant, soit en cirque oblong, presque fermé, servant de ceinture à une dépression centrale, et figurant en quelque sorte les bords d'un gigantesque cratère, dont l'ouverture se trouverait comblée et convertie en une surface plus ou moins plane.

» Or, toutes ces masses, qui, par leur configuration extérieure, sembleraient accuser une origine ignée, ne sont que des immenses et monotones dépôts *sédimentaires plus ou moins modifiés*. Aussi, un des traits dominants de la plastique extérieure de l'Altaï consiste non-seulement en une disposition *terrassiforme* des grandes masses qui le composent, mais encore en un certain arrondissement des contours qui circonscrivent ces derniers, et qui n'en font qu'autant d'*intumescences* plus ou moins considérables, phénomène bien propre à faire admettre l'action d'un agent plutonique qui ne s'est point ma-

nifesté *en dehors;* car les roches d'origine ignée mises en évidence ne sont pas assez fréquentes dans l'Altaï pour expliquer par leur intervention seule, d'un côté, la longue série de *métamorphismes*, et, de l'autre, le phénomène remarquable de ces immenses *gonflements* que la croûte neptunienne de ces contrées paraît avoir subis, sans qu'il en fût toujours résulté une perturbation ou un dérangement notable dans la stratification.

» 3°. Le double type que présente l'Altaï sous le rapport *orographique* coïncide parfaitement avec les phénomènes *stratigraphiques*. En effet, dans la portion que j'ai désignée par le nom de l'Altaï occidental, la direction dominante des couches est du nord-ouest au sud-est; dans l'Altaï oriental, au contraire, c'est la direction opposée qui semble l'emporter sur la direction précédente, avec laquelle toutefois elle se trouve fréquemment alliée. Or, c'est précisément ce croisement des axes de soulèvement qui semble avoir produit dans l'Altaï, 1° d'un côté, cette espèce de fusion et d'entrelacement par lesquels le système des Sayanes se confond presque partout avec celui de l'Altaï proprement dit; 2° de l'autre côté, la hauteur considérable à laquelle les montagnes de la portion orientale se trouvent portées relativement à la région occidentale, où ce croisement des axes est bien moins fréquent. Aussi, le point culminant de tout l'Altaï qui est représenté (au moins selon l'état actuel de nos connaissances) par les *colonnes* de Katoune ou la *Bélouhha*, se trouve précisément dans l'endroit où les deux lignes de directions semblent se rencontrer. De même, le lac de Teletzk, également placé non loin de la région de *croisement* des axes de soulèvement, ne doit peut-être sa naissance qu'à cette circonstance même, exactement comme le lac de Titicaca, en Amérique, dont l'origine se rattache probablement à la rencontre de deux systèmes qui se croisent dans les Andes.

» 4°. Si l'on examine les deux types orographique et stratigraphique susmentionnés, sous le rapport de la place qu'ils pourraient occuper dans l'échelle des treize soulèvements admis par M. Élie de Beaumont, on verra qu'en comparant les directions dominantes de l'Altaï avec celles des systèmes de montagnes de l'Europe méridionale, qui, par leur position topographique, se prêtent le plus à un rapprochement de cette nature; on verra, dis-je, que parmi tous ces systèmes, presque aucun ne s'accorde complétement avec les lignes stratigraphiques de l'Altaï (1). Il en résulte qu'une comparaison rigou-

---

(1) Pour donner aux résultats de cette comparaison un certain degré de rigueur mathématique, j'ai résumé les directions principales de l'Altaï en une rose (à l'instar de celle que M. Élie de Beaumont avait dressée pour les directions du pays des Maures et de l'Esterel); or,

reuse entre les directions de l'Altaï et celles qui caractérisent l'Europe méridionale devient très-vague, sinon inadmissible, et que, conséquemment, tout porte à croire qu'une étude approfondie de la géogénie de l'Altaï autorisera à y établir un système de soulèvement en partie indépendant de ceux qui ont façonné le relief du sol européen. Peut-être qu'en détachant ainsi cette contrée du grand système de l'Europe, pour en former une œuvre à part, trouverait-on, en revanche, une connexion plus intime entre les annales géologiques de l'Altaï et celles de l'Oural. Je ne signalerai, en faveur de cette hypothèse, que les considérations suivantes:

» A. La direction dominante du nord-ouest au sud-est, qui caractérise les montagnes de cette partie de l'Altaï que j'ai nommée Altaï occidental, s'accorde plus ou moins avec la direction de l'axe principal de l'Oural; d'ailleurs cette concordance se manifeste le plus distinctement sur la lisière occidentale de cette portion de l'Altaï, et conséquemment sur les points les plus rapprochés de l'Oural. En effet, la chaîne de Kolyvane, celle de Bachalatsk, de Tchertchoulihha, etc., placées (surtout la première) comme aux avenues de l'Altaï même, se rapprochent assez de la direction normale de l'arête ouralienne, c'est-à-dire du nord-nord-ouest au sud-sud-est.

» B. La nature des roches qui surgissent des deux côtés du vaste bassin diluvien qui sépare l'Altaï de l'Oural offre également une analogie très-marquée. Lorsqu'on considère les masses granitiques de la chaîne de Kolyvane, faisant en quelque sorte une ceinture autour du domaine des terrains anciens, pour la plupart métamorphiques, et que l'on observe de plus que ces dépôts alternent régulièrement avec des porphyres, il est impossible de ne pas être frappé des phénomènes analogues que l'on aperçoit sur la pente orientale de l'Oural. Or l'observateur qui s'y présenterait en venant de l'extrémité occidentale de l'Altaï ne croirait-il pas retrouver en quelque sorte la continuation du même tableau géologique, ne serait-il point tenté de voir dans cette longue série de schistes chlorités et de stéaschistes de l'Oural les mêmes roches qu'il vient de quitter à Zméeff, et ne trouverait-il pas remarquable que l'Altaï comme l'Oural se terminassent également par des dépôts anciens du même âge, alternant dans l'un et dans l'autre avec des porphyres, comme par exemple dans les districts de Tourinsk et de Nijni-Taguilsk où le calcaire, qui

---

en y marquant les grandes lignes stratigraphiques de l'Europe méridionale, il s'est trouvé que la plupart d'entre elles, loin de rencontrer les faisceaux ou rayons qui représentaient les directions de l'Altaï, venaient au contraire tomber dans les interstices laissés en blanc. Cette rose sera reproduite sur la première feuille de ma carte générale de l'Altaï.

alterne si régulièrement avec des porphyres, appartient, selon M. Murchison, au système dévonien; ce qui est le même cas pour les dépôts calcaires de Zméeff, également caractérisés par des intercalations porphyriques?

» 5°. L'absence probable de dépôts postérieurs au grand système paléozique coïncide, dans l'Altaï, d'une manière remarquable avec celles de trachytes proprement dits, de basalte, d'obsidienne, de laves, et en général de tous les phénomènes qui caractérisent le plus les époques plus ou moins récentes des annales géologiques. Cette circonstance constitue non-seulement un des traits les plus distinctifs entre l'Altaï et l'Amérique, la Hongrie, la Turquie d'Europe, les champs Phlégréens, l'île de Java, etc., mais distingue encore la Sibérie occidentale de la Sibérie orientale. En effet, les vastes contrées qui se déploient à l'est du fleuve Yeniseï nous présentent des basaltes, des phonolites, des trachytes, des espèces d'obsidiennes, des perlites et des coulées de laves (à Kamtschatka). Or, à mesure que tous ces monuments d'éruptions récentes se multiplient dans la Sibérie orientale, on y voit en même temps se manifester des dépôts secondaires tout à fait étrangers à l'Altaï; aussi la presqu'île de Kamtschatka qui, de toutes ces vastes régions, est le plus caractérisée par des phénomènes d'éruptions modernes, est précisément la contrée qui offre les dépôts neptuniens les plus récents que l'on ait encore découverts jusqu'à ce jour dans le monde sibérien; car, selon M. Erman, des terrains crétacés bordent une grande partie de son littoral occidental, et se trouvent flanqués par une large bande de dépôts tertiaires. Il est donc probable qu'une partie de la Sibérie orientale, et nommément la contrée arrosée par la Léna, depuis Yakoutsk jusqu'à l'embouchure de ce fleuve, y compris plusieurs îles de la mer Glaciale, ont été soulevées *postérieurement* à la Sibérie occidentale, et nommément à l'Altaï.

» 6°. Si sous le rapport de l'âge géologique la majeure partie de l'Altaï trouve ses représentants dans les terrains anciens de l'Europe, de l'Afrique et de l'Amérique, il s'en distingue néanmoins d'une manière assez tranchée par quelques particularités paléontologiques dont je ne signalerai que les suivantes :

» *a*. Les *Nautilites*, les *Goniatites* et les *Posidonia*, si caractéristiques pour le calcaire carbonifère de l'Angleterre et des provinces rhénanes, paraissent complétement manquer aux dépôts analogues de l'Altaï.

» *b*. De même les *Strigocéphales*, les *Murchisonia* et les *Gypsidia* abondent dans les terrains dévoniens de Ruhr en Allemagne et du Devonshire en Angleterre, sans que j'aie pu en trouver aucune trace dans ceux de l'Altaï. La classe des poissons ne paraît pas non plus y être représentée, ou au moins

ne s'y manifeste certainement pas sur la même échelle, comme dans les dépôts dévoniens des autres pays, où le *Holoptychius nobilissimus*, par exemple, se retrouve non-seulement dans la plupart des contrées de l'Europe (y compris la Russie centrale), mais encore dans l'Amérique septentrionale.

» *c*. Il paraît que sous le rapport de la rareté des *Céphalopodes*, les terrains anciens de l'Altaï offrent une analogie bien plus rapprochée avec l'Amérique qu'avec l'Europe. Or, M. le vicomte d'Archiac et M. de Verneuil ont déjà fait l'observation très-intéressante, que les Céphalopodes se sont trouvés beaucoup plus répandus dans les mers de l'Europe que dans celles du nouveau monde; et cependant l'Altaï demeure encore de beaucoup au-dessous du dernier sous ce rapport; car on n'y a même point trouvé, autant que je sache, les *Goniatites, Henslovii, Listeri, carbonarius* et *sphæricus*, que l'on voit cependant disséminés sur une immense surface, tant dans les États-Unis d'Amérique qu'en Europe (l'Angleterre, l'Allemagne, l'Oural, etc.), et même sur les rives du Gange où, selon M. Léopold de Buch, on a recueilli le *Goniatites Listeri*. Les *Orthoceratites* sont également très-peu nombreux dans l'Altaï, comparativement à la profusion avec laquelle ils se trouvent répandus dans les terrains anciens de l'Europe et même de l'Amérique où, selon l'observation des savants paléontologistes que je viens de citer, la pauvreté en espèce se trouve compensée par une plus grande variété dans les types génériques.

» 7°. Il semble résulter des observations précédentes qu'à l'époque où se formèrent les anciens terrains de l'Altaï, la mer, qui les déposait, offrait dans la physionomie de la faune pélagienne une particularité bien tranchée, par laquelle cette dernière se distinguait des faunes de toutes les mers contemporaines. Cette particularité lui imprimait en quelque sorte le cachet qui constitue actuellement un des traits caractéristiques des mers septentrionales à l'égard des mers placées sous les zones tempérées et chaudes, savoir : *a*, pauvreté en ordres, genres et espèces; *b*, richesse comparative en individus; *c*, certaine restriction dans le développement des formes individuelles comparées à leurs congénères des pays chauds. En effet, ces trois particularités se trouvent réunies dans les fossiles de l'Altaï; car, d'abord, non-seulement ils se distinguent, ainsi qu'on l'a vu, par une pénurie frappante sous les rapports génériques et spécifiques, mais encore y observe-t-on une certaine réduction dans les dimensions extérieures, qui fait que souvent des masses énormes ne sont pétries que d'une immense quantité de fossiles généralement à formes plus ou moins exiguës, puisque les individus de la famille des *Céphalopodes* et des *Brachiopodes* qui se distinguent le plus par leurs

dimensions, paraissent y manquer complétement, et qu'ils ne s'y trouvent remplacés que par leurs représentants les plus chétifs; d'ailleurs, les quelques fossiles de l'Altaï qui paraissent y faire exception n'appartiennent qu'à la classe des *Zoophytes*.

» L'examen comparé de la flore fossile de l'Altaï (bien que nous n'en connaissions encore presque d'autres représentants que les quelques exemplaires rapportés par moi de terrains carbonifères de cette contrée) semble conduire à des résultats semblables à ceux que j'ai essayé de déduire des caractères généraux de sa faune. Parmi les nombreux troncs d'arbres fossiles et les empreintes végétales que j'ai recueillis dans le vaste bassin houiller de Kouznetzk, on remarque une certaine *pénurie* dans les types génériques et spécifiques, comparativement à la flore fossile des terrains analogues de l'Europe et de l'Amérique, bien que les individus qui composent ma collection appartiennent presque tous à des espèces nouvelles. D'ailleurs, en examinant les restes végétaux dont il s'agit, on s'aperçoit que le rôle dominant se trouve réservé aux *conifères*, circonstance qui semble reproduire dans la flore fossile de l'Altaï une particularité que j'ai signalée dans sa faune, savoir : une certaine tendance à se rapprocher des phénomènes de la création actuelle, et à revêtir des formes moins *tropiques* que celles qui distinguent la plupart des végétaux de la Flore fossile des autres contrées. En effet, tandis que les terrains houillers de l'Europe et de l'Amérique renferment une foule de plantes qui, comme les *Lepidodendron*, les *Sigillaria*, etc., ne trouvent plus de représentants, même sous l'*équateur*; dans l'Altaï, ces terrains sont particulièrement caractérisés par des espèces qui, comme l'*Araucarites*, présentent la plus grande analogie, sinon une parfaite identité avec des végétaux qui forment encore de nos jours d'immenses forêts *en dehors* des tropiques, puisque l'*Araucaria* abonde non-seulement dans la Nouvelle-Hollande, mais acquiert encore dans la république du Chili et dans l'île de Norfolk des dimensions gigantesques qui ne le cèdent en rien à celles qu'ont pu avoir les individus fossiles dont il s'agit.

» Ainsi, que l'on considère l'Altaï, soit sous le point de vue orographique, soit sous la rapport paléontologique, il nous apparaît comme une création placée en dehors des systèmes géogéniques de l'Europe et du nouveau monde. Également différent des massifs montagneux de la Russie européenne, le colosse de la Sibérie occidentale se dresse isolé, et réclame en sa faveur, dans les annales géologiques, une section à part, destinée peut-être à se rattacher un jour aux pages intéressantes qui nous révéleront l'histoire des terrains de l'Asie septentrionale et centrale. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur l'onde solitaire et sur l'onde de translation des corps flottants; par* M. DE CALIGNY. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Cauchy, Poncelet, Morin.)

« Quand une masse d'eau est subitement ajoutée à l'une des extrémités d'un canal, l'intumescence qui en résulte se transporte, sans être nécessairement précédée d'ondes analogues ou de creux, jusqu'à l'autre extrémité du canal, si celui-ci n'est pas extrêmement long. Ce phénomène est connu sous le nom d'*onde solitaire*.

» Comme il a été découvert par suite d'un accident arrivé à un bateau qui s'était arrêté brusquement, on l'a d'abord confondu avec l'*onde de translation* des bateaux, élément essentiel de leur résistance. Mais les expériences n'ayant pas toujours confirmé les lois qui en avaient été conclues pour la vitesse de l'onde des bateaux, des doutes ont été élevés sur les lois de la vitesse de l'*onde solitaire*, que l'on retrouve cependant, selon les auteurs anglais, dans celles de la marée.

» J'ai été conduit à m'occuper de cette question par mes recherches sur les moteurs hydrauliques, pour lesquels il était essentiel, dans certains cas, d'étudier les ondes formées dans les canaux par des décharges alternatives, ce qui rentrait précisément dans le phénomène de l'*onde solitaire*, conformément à la définition que j'en ai donnée plus haut.

» J'ai trouvé que, dans le cas d'une onde de cette espèce qui traversait un grand nombre de fois le canal d'une extrémité à l'autre avant de devenir trop faible pour être facilement observée, la vitesse moyenne de l'onde était assez sensiblement proportionnelle à la racine carrée de la profondeur d'eau dans le canal rectangulaire dont je me servais, et qu'elle était, en un mot, assez bien représentée par la loi des auteurs anglais quand les profondeurs ne sont pas trop petites.

» Mais ce n'est plus seulement de la profondeur d'eau dans le canal que dépend la vitesse de l'onde quand elle est formée par divers corps flottants, marchant d'ailleurs, avec desvitesses analogues. Quand je traînais, au pas ordinaire, un assez gros cylindre, la vitesse de l'onde était fonction de la profondeur à laquelle je le tenais enfoncé dans l'eau, et de plus le phénomène de la formation de l'onde ne se présentait pas de la même manière. Plus le cylindre occupe une section considérable du canal, plus l'onde se détache vite à l'avant, et plus elle précède avec vitesse le corps dont le mouvement à peu près uniforme l'a engendré.

» On ne doit donc plus regarder, comme opposées au phénomène de l'*onde solitaire*, les expériences d'où il résulte qu'un corps flottant, suffisamment petit par rapport à la section du canal où il se meut, soulève des ondes dont la vitesse est sensiblement égale à la sienne, et ne dépend pas de la profondeur de l'eau, comme M. Poncelet a remarqué depuis longtemps que cela se présente pour un fétu de paille. Mais il résulte de mes expériences que l'*onde solitaire* et l'*onde de translation* des petits corps flottants sont les deux limites d'une série complète de phénomènes qui concilie les hypothèses faites par les hydrauliciens sur cet important sujet.

» J'ai proposé, pour coordonner ces faits, un mode d'explication reposant sur des considérations que j'avais présentées antérieurement pour mes fontaines intermittentes.

» Étant donnés deux tubes croisés en forme de T renversé, je suppose que le tube vertical ne contienne pas encore d'eau, le tube horizontal en étant seul rempli, et que la portion de ce dernier en amont du tube vertical contienne seul d'abord de l'eau en mouvement. Je les suppose très-minces, afin de n'avoir à considérer qu'un filet d'eau, et je fais abstraction des résistances passives. Si les longueurs ont entre elles certaines proportions, il se présentera, *sans percussion proprement dite*, un phénomène d'une frappante analogie avec celui du choc de deux boules élastiques égales dont l'une est en repos. La première colonne liquide en mouvement s'élèvera dans le tuyau vertical où son ascension fera, sur les deux colonnes d'amont et d'aval, un effet analogue à celui du ressort des boules élastiques. Il y aura une époque à laquelle la colonne verticale étant redescendue, la colonne d'amont sera réduite au repos, et celle d'aval aura acquis sa force vive.

» Voilà, je crois, la manière la plus simple de bien concevoir comment il peut se faire que l'*onde solitaire*, en passant sur tous les points du canal, met successivement en mouvement tous les prismes partiels sur lesquels elle passe, et les réduit ensuite au repos sans leur donner sensiblement de mouvement rétrograde. Et, en effet, les lois de l'oscillation des liquides, que j'ai trouvées et vérifiées en grand par l'expérience, s'accordent assez bien, d'après ces considérations, avec la loi de la vitesse de l'onde proportionnelle, sous certaines limites très-étendues, à la racine carrée de la profondeur de l'eau dans le canal.

» Mais quand l'onde est soulevée par un corps en mouvement, qui ne met pas en mouvement *toute* la section du canal, l'onde ne trouve pas, pour se pousser en avant, l'appui complet qu'elle trouvait dans le cas de l'onde causée par une intumescence qui, partant de l'extrémité du canal, s'élançait en

réagissant contre une paroi fixe, poussant toute la section, tout le prisme recouvert par son intumescence, et dont le mouvement à éteindre était ensuite lui-même un point d'appui. On ne doit donc plus s'étonner si, aux deux limites dont j'ai parlé, les lois de la vitesse de l'onde diffèrent si complétement.

» Je dois dire que mes expériences n'étant pas très en grand, j'ai eu principalement pour but de me borner à l'étude de ce qui m'était le plus nécessaire pour mes moteurs hydrauliques; mais j'ai pensé qu'elles ne seraient pas sans utilité, considérées aussi sous ce point de vue, surtout à cause de leurs détails. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur quelques propriétés générales des surfaces et des lignes tracées sur les surfaces; par* M. O. **Bonnet.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Cauchy, Poncelet, Lamé.)

« Plusieurs analystes ont déjà étudié les propriétés des lignes tracées sur une même surface : M. Gauss, entre autres, a publié un Mémoire intitulé *Disquisitiones generales circa superficies curvas* (1), qui renferme tout ce que l'on connaît de plus important sur cette matière. L'illustre géomètre fait usage, dans ce beau travail, de considérations analytiques très-ingénieuses et très-élégantes, mais qui laissent peut-être à désirer sous le rapport de la simplicité. Je me suis proposé, dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, de reprendre les mêmes questions par les méthodes de la géométrie pure. J'aime à croire que mon travail, quoique reproduisant plusieurs résultats déjà connus, ne sera pourtant pas sans quelque utilité; qu'il me soit permis, en effet, de rappeler l'opinion qu'a dernièrement émise à ce sujet un célèbre analyste : « Si l'analyse mathématique, a » dit M. Lamé (2), découvre des propriétés nouvelles dans la science de l'étendue, il importe que la géométrie pure s'assimile ces propriétés et qu'elle » les vérifie par des méthodes qui lui soient propres. C'est en se perfectionnant par des épreuves semblables que les méthodes géométriques pourront acquérir toute la généralité et toute la sûreté nécessaires pour pouvoir » aborder les questions difficiles que l'analyse a seule explorées jusqu'ici. » On verra d'ailleurs que, dans le cas actuel, les méthodes géométriques ne se

---

(1) *Voyez* les *Nouveaux Mémoires de Gottingue*, t. VI, p. 99.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie*, t. XVII, p. 1268.

bornent pas à fournir des démonstrations simples des résultats déjà connus, mais qu'elles conduisent encore à la découverte de plusieurs propriétés nouvelles qu'il serait très-difficile d'établir par l'analyse. Ainsi je donne la condition pour que deux systèmes de lignes tracées sur une surface soient orthogonaux; la formule que j'obtiens comprend, comme cas particuliers, celles que M. Lamé a fait connaître depuis longtemps dans le *Journal de l'École Polytechnique*, pour les courbes planes et les surfaces, et que M. Bertrand a démontrées géométriquement dans un Mémoire récemment approuvé par l'Académie.

» Je me suis aussi occupé de la transformation des surfaces. M. Gauss avait remarqué que pour qu'une surface pût s'appliquer sur une autre sans qu'il y eût déchirure ni duplicature, il fallait et suffisait que les points de ces surfaces se correspondissent deux à deux de manière que les courbures des surfaces, c'est-à-dire les inverses des produits des rayons de courbure principaux, en ces points, fussent égales. J'établis d'une manière simple cette propriété fondamentale, ainsi que quelques autres plus ou moins remarquables.

» Je termine enfin par quelques résultats relatifs à ce que j'appelle la valeur sphérique d'une portion de surface courbe. Entrons à ce sujet dans quelques détails.

» Concevons qu'on ait tracé sur une surface un contour quelconque; par les différents points de ce contour menons des normales à la surface, puis, ayant pris une sphère de rayon égal à un, imaginons tous les rayons de cette sphère respectivement parallèles aux normales de la surface; nous déterminerons ainsi, sur la sphère, un second contour qui comprendra ce que nous appelons la valeur sphérique de la portion de surface correspondante au premier contour.

» M. Gauss a eu le premier l'idée de cette reproduction des surfaces quelconques sur une sphère de rayon un, et il a donné un théorème remarquable qui fait connaître la valeur sphérique d'une portion de surface terminée à des lignes minima. Je parviens à un résultat plus général que celui de M. Gauss et qui me permet de déterminer la valeur sphérique, quel que soit le contour tracé sur la surface. Quand la surface courbe considérée est une sphère, la valeur sphérique d'une portion quelconque de la surface est proportionnelle à la valeur exacte, je conclus de cette remarque le théorème suivant, qui me paraît assez curieux : *Une portion de surface sphérique, terminée à un contour polygonal ou courbe tout à fait quelconque, est égale au carré du rayon multiplié par l'excès de la somme des angles du*

contour sur autant de fois deux droits qu'il y a de côtés moins deux et par l'intégrale $\int \frac{\cos\theta}{\rho}\,ds$ *étendue à tout le contour.* Je suppose les angles mesurés par les longueurs des arcs décrits de leurs sommets comme centres avec l'unité pour rayon, et j'appelle ρ le rayon de courbure du contour en un point quelconque, θ l'angle que le plan osculateur du contour au même point fait avec le plan tangent de la sphère en ce point supposé prolongé du côté opposé à la surface qu'il s'agit d'évaluer, enfin *ds* la différentielle du contour. »

ASTRONOMIE. — *Théorie de la comète périodique de* 1770; *par* M. **Le Verrier.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Arago, Damoiseau, Mathieu.)

« Messier aperçut, pendant la nuit du 14 au 15 juin 1770, une nébulosité située dans la constellation du Sagittaire, et qu'on ne pouvait distinguer à la simple vue; c'était une comète qui commençait à paraître. Le 17 juin, le nouvel astre se présentait entouré d'une atmosphère dont le diamètre s'élevait à 5′ 23″ environ. Au centre apparaissait un noyau : sa lumière avait le brillant de celle des étoiles; Messier en estima le diamètre à 22 secondes de degré.

» La comète cependant s'approchait rapidement de la Terre. Le 21 juin, on l'apercevait à la simple vue, et trois jours après elle brillait déjà comme les étoiles de seconde grandeur. Le diamètre de la nébulosité, qui n'était encore que de 27 minutes, grandit successivement jusqu'à atteindre 2° 23′ dans la nuit du 1er au 2 juillet. Mais, tandis que le diamètre apparent de la nébulosité croissait ainsi, suivant les lois de l'optique, en raison inverse de la distance de l'astre à la Terre, le diamètre du prétendu noyau demeurait, au contraire, à peu près invariable.

» A partir du 4 juillet, la comète se perdit dans les rayons du Soleil, et cessa momentanément d'être visible. Pingré calcula, sur les observations de Messier, une orbite parabolique. On reconnut que la comète redeviendrait visible dans le mois d'août, et Messier put l'observer de nouveau le 4 de ce mois. Depuis cette époque, il la vit presque sans interruption; mais comme elle s'éloignait de plus en plus du Soleil et de la Terre, elle cessa d'être sensible dans les premiers jours d'octobre.

» On n'aperçut, avant l'instant du passage au périhélie, aucun indice de queue. Mais, du 20 août au 1er septembre, la comète présenta une queue assez faible, dont la longueur était d'environ un degré.

» Les éléments paraboliques, donnés par Pingré, satisfaisaient aux premières observations ; mais ils s'éloignaient beaucoup des dernières. D'autres éléments, calculés par Slop, Lambert, Prosperin et Widder, n'offrirent pas plus de précision. Généralement on rejeta toutes les difficultés sur un dérangement de l'orbite, causé en juin par l'action de la Terre. Prosperin soupçonna cependant que l'orbite de la comète pourrait bien être elliptique ; mais il s'en tint à cette hypothèse, sans rien vérifier.

» Lexell enfin reconnut que la comète se mouvait dans une ellipse qu'elle parcourait en 5,585 années. Et rejetant, avec Dionis-du-Séjour, la supposition que l'action perturbatrice de la Terre eût pu altérer considérablement cette orbite, il prouva : 1° qu'on satisfaisait à toutes les observations avec une ellipse de cinq ans et demi ; 2° qu'il était impossible d'admettre une révolution de cinq ou de six ans, sans introduire dans la théorie des différences considérables avec l'observation.

« Mais, disait Messier, si la durée de la révolution de cette comète n'est » que de cinq ans et demi, comment se fait-il qu'on ne l'ait observée qu'une » fois? C'est une objection bien forte à opposer au recherches de » M. Lexell. »

» Lexell répondait : « Comme la distance aphélie de la comète au Soleil » est presque égale à la distance de Jupiter à cet astre, il naît de là un soup- » çon qu'il a pu se faire que le mouvement de cette comète fût autrefois dé- » rangé par l'action de Jupiter, de manière qu'elle eût décrit une orbite » toute différente de celle qu'elle parcourt actuellement. On trouve, par le » calcul, que cette comète a été en conjonction avec Jupiter, le 27 mai 1767, » et que la distance de l'un à l'autre n'était que $\frac{1}{580}$ de la distance de la co- » mète au Soleil ; d'où, en ayant égard aux masses de Jupiter et du Soleil, » on conclut que l'action de Jupiter a été assez forte pour changer le mou- » vement de la comète d'une manière sensible. » Lexell indiquait encore qu'une seconde approximation de la comète à Jupiter pourrait avoir lieu vers le 23 août 1779, et que cette circonstance empêcherait peut-être la comète de revenir à son périhélie en 1781, comme cela devrait avoir lieu sans les perturbations. Et effectivement, les astronomes attendirent vainement le retour de cette comète en 1781 et 1782.

» Le travail que je présente aujourd'hui à l'Académie, et qui est un fragment étendu des recherches que j'ai entreprises sur les comètes, peut se diviser en *six sections*.

» La *première section* comprend la discussion des observations qui furent faites lors de l'apparition de la comète en l'année 1770.

» Dans la *deuxième section,* je détermine les perturbations que le mouvement de la comète a éprouvées, en juin et juillet 1770, par l'action de la Terre.

» La *troisième section* comprend la comparaison de la théorie avec les observations, et la formation des équations du problème.

» Je discute ces équations dans la *quatrième section,* et j'en déduis, pour les éléments de l'ellipse, *des fonctions d'une même indéterminée,* qui, entre certaines limites de cette arbitraire, satisfont également aux observations.

» Dans la *cinquième section,* je détermine les perturbations du mouvement héliocentrique de la comète jusqu'au 28 mai 1779.

» Enfin, dans la *sixième section,* je m'occupe du mouvement de la comète autour de Jupiter dans les mois de juin, juillet, août et septembre 1779; et des éléments de l'orbite qu'elle a dû ensuite décrire autour du Soleil.

SECTION PREMIÈRE. — *Discussion des observations faites en l'année 1770.*

» Les observations du 15 au 30 juin sont surtout fort précieuses. La comète étant très-voisine de la Terre à cette époque, les plus légères erreurs héliocentriques produisent d'énormes discordances dans les lieux géocentriques. Et il en résulte qu'une observation géocentrique, même assez grossière, devient, par cette circonstance, une observation héliocentrique susceptible de toute la précision que comportent les Tables du Soleil. Nous devons donc calculer ces observations avec soin.

» Cela présente quelque difficulté, non pas tant parce que les réductions des observations sont très-fortes, qu'à cause des perturbations que la comète éprouvait alors de la part de la Terre, et auxquelles il faudra nécessairement avoir égard. Cette dernière raison a quelquefois fait laisser de côté ces observations; mais je montre que, sans leur emploi, on ne peut arriver à aucun résultat réel.

» Je rapporte le calcul de toutes les observations de Messier et de Maskeline dans les mois de juin, août, septembre et octobre. Je me contente de la seconde de degré. Est-il donc besoin d'aller au delà dans des observations erronées de 20 à 30 secondes de degré, et quelquefois plus encore?

» J'examine ensuite s'il existe en juin et juillet quelques observations autres que les précédentes, et dont on puisse faire usage. A Weilbourg, le P. Hubert a employé la méthode des alignements. Krahl a observé avec un quart de cercle en bois, construit par lui-même. Laissant de côté leurs résultats, je me borne à rapporter les observations faites à Bologne, par Slop

et Zanotti; à Milan, par le P. Lagrange. Elles semblent au premier abord assez exactes.

» Slop et Zanotti ont donné leurs observations dans un ouvrage ayant pour titre : *Theoria cometarum annorum* 1769 *et* 1770, *a Josepho Slopio.*

» Les observations de Lagrange furent connues à Paris par une lettre de l'abbé Boscovich, qui affirme que, dans les trois premières, l'erreur ne dépasse pas quelques secondes. Nous n'avons aucun moyen de contrôler le temps des observations rapporté dans la lettre de Boscovich; mais les réductions des observations elles-mêmes ont été refaites par Burckhardt, qui a eu entre les mains le cahier des calculs faits par le P. Lagrange sur ses observations. Je m'en tiens donc aux nombres de Burckhardt, en faisant remarquer qu'il n'a rien trouvé à changer à la première observation, celle du 25 juin, qui est si exacte, au rapport de Boscovich.

» Nous pourrons, dans la troisième section, après avoir comparé ces observations avec la théorie, apprécier le degré de confiance qu'elles méritent.

SECTION DEUXIÈME. — *Perturbations produites en juin et juillet* 1770 *par l'action de la Terre.*

» Les perturbations des coordonnées rectangulaires de la comète peuvent se calculer avec facilité. Et lorsqu'on les connaît, on en déduit simplement les variations correspondantes des éléments elliptiques.

» On peut aussi calculer directement les variations des éléments, après avoir fait subir aux formules ordinaires quelques transformations, qui en rendent l'emploi également sûr et simple. Je vérifie ces deux méthodes en les appliquant à un exemple particulier, et montrant qu'elles conduisent identiquement aux mêmes résultats.

» Désignons par δa la variation totale du demi-grand axe, depuis le 15 juin jusqu'au moment où l'action de la Terre est devenue insensible; et par $\delta\zeta$, δe, $\delta\varpi$, $\delta\theta$ et $\delta\varphi$ les variations correspondantes de l'anomalie moyenne, de l'excentricité, des longitudes du périhélie et du nœud, et de l'inclinaison de l'orbite. Nous aurons :

$$\begin{aligned}
\delta a &= -0{,}002\,601;\\
\delta e &= -0{,}000\,1481;\\
\delta\zeta &= -11'',96;\\
\delta\varpi &= 0'\ 48'',7;\\
\delta\varphi &= 1'\ 24'',9;\\
\delta\theta &= -32'\,19'',4.
\end{aligned}$$

» Je donne avec détail la valeur des perturbations de chacun des éléments, pour les époques des observations, et j'en déduis les variations correspondantes du rayon vecteur, de la longitude et de la latitude héliocentriques de la comète.

» Burckhardt n'avait fait qu'ébaucher ce sujet dans son Mémoire de 1806. On ne s'étonnera donc pas si nous différons beaucoup l'un de l'autre.

SECTION TROISIÈME. — *Comparaison de la théorie avec les observations. Formation des équations de condition.*

» Partant d'une première approximation, déjà fort exacte, des éléments de l'orbite, et ayant égard aux valeurs précédentes des perturbations, je présente la suite des erreurs des éléments en longitude et en latitude, relativement à toutes les positions observées, soit par Messier et Maskeline, soit par Lagrange et Slop. Il est alors facile de juger du mérite des différentes observations; pour celles qui sont exactes, les différences qu'elles présentent avec les positions calculées doivent marcher d'une manière régulière.

» Cette condition est assez bien remplie pour les observations de Messier et de Maskeline. On les conservera toutes dans la rectification des éléments de l'orbite. Les observations de Lagrange du 27 et du 29 juin s'accordent avec celles de Messier; et sous ce rapport, on serait tenté d'accorder de la confiance aux observations faites par Lagrange le 30 juin, les 2 et 4 juillet, et dont l'exactitude ne peut être contrôlée par d'autres observations certaines. Mais malheureusement nous trouvons au 25 juillet une observation du même astronome qui, d'après les observations concordantes de Messier, est manifestement en erreur de *sept* minutes en longitude, et de *onze* minutes en latitude. C'était cependant une des trois observations que Lagrange affirmait n'être en erreur que de quelques secondes. Cela n'est pas; et quelle que soit la source de la différence, il nous est impossible de la reconnaître. Nous devons dès lors craindre qu'il n'existe quelque erreur pareille dans les observations que rien ne nous permet de vérifier : cela m'a décidé à ne faire aucun usage des observations de Lagrange.

» Le 29 juin, entre deux observations concordantes de Messier, s'en trouve intercalée une de Zanotti, qui ne peut s'accorder avec elles. L'observation de Zanotti est en erreur de près de 2 minutes en longitude et de 12 minutes en latitude. Je rejette donc également les observations de Zanotti, et je ne conserve finalement que celles de Messier et de Maskeline.

» J'en déduis, et je donne avec détail 84 équations de condition entre les erreurs que présentent les positions calculées avec les éléments provisoires et les corrections que doivent recevoir ces éléments pour satisfaire aux observations.

» M. Clausen a repris, il y a quelques années, la détermination de l'orbite de la comète de 1770. Son travail, remarquable de netteté et de précision, se trouve dans les *Astronomische Nachrichten*, nos 439 à 441. Je ne suis parvenu à me procurer le Mémoire de M. Clausen que lorsque le mien était à peu près achevé. Aussi différai-je complétement de lui par la forme, pour les parties dont le fond nous est commun. D'ailleurs, M. Clausen n'avait songé naturellement qu'à déterminer des éléments qui représentassent les observations, tandis qu'il m'était indispensable de me procurer, non pas un système, mais tous les systèmes d'éléments susceptibles de satisfaire à l'apparition de 1770. Jusque-là, il ne fallait pas penser à reconnaître la comète de 1770 dans ses retours futurs. Je m'occupe de cette recherche des éléments dans la section suivante.

SECTION QUATRIÈME. — *Recherches des expressions indéterminées des éléments propres à satisfaire aux observations.*

» En appliquant aux équations précédentes la méthode des moindres carrés, on tombe sur six équations du premier degré entre les corrections des éléments. Si l'on exécute entre ces équations les éliminations convenables, en ayant soin de conserver aux coefficients leur exactitude primitive, on remarque qu'en passant de la première équation à six inconnues, à la dernière qui n'en renferme plus qu'une, les coefficients vont sans cesse en diminuant, en sorte que le coefficient de la seule inconnue qui reste dans la dernière équation est excessivement petit par rapport aux valeurs des coefficients des équations précédentes.

» Lorsqu'en éliminant entre des équations du premier degré, on finit par tomber sur une équation finale dont tous les termes se détruisent, on en conclut que le système est indéterminé. Or, le cas dans lequel nous nous trouvons ici approche de ce cas extrême de l'indétermination; et nous devons dire que les quatre mois d'observations sont insuffisants pour déterminer d'une manière précise tous les éléments de l'orbite. Que si, sans s'inquiéter de cette circonstance, on passait outre au calcul des corrections des éléments, on tomberait, il est vrai, sur des éléments au moyen desquels on satisferait aux observations; mais on ne serait pas certain qu'il n'en

existerait pas d'autres, tout aussi précis, et susceptibles de représenter les positions de la comète pendant son apparition, avec autant d'exactitude que les premiers. J'ai d'ailleurs essayé d'autres combinaisons d'équations, qui, comme on devait s'y attendre, n'ont rien donné de plus net que la méthode des moindres carrés.

» Il y a plus : pour qu'une solution déduite d'un certain nombre d'équations de condition ait une valeur réelle, il faut que l'omission d'un petit nombre des équations ne change pas d'une manière notable les résultats; or, notre système d'équations ne présente pas ce caractère : ou bien, enfin, si l'on apporte à la discussion des observations des modifications légères et permises, si par exemple on change de 2 à 3 secondes les positions du Soleil en juin 1770, on altère encore d'une manière notable les résultats auxquels on arrive. On passe, avec la plus grande facilité, de la durée de la révolution donnée par M. Clausen à celle donnée par Lexell; en sorte qu'on demeure bientôt convaincu qu'il n'y a pas plus de motifs de s'arrêter à l'un plutôt qu'à l'autre résultat.

» Cette indétermination m'avait jeté dans un grand embarras; car je savais que l'action de Jupiter sur la comète serait fort différente, suivant que je m'arrêterais à l'une ou à l'autre des solutions auxquelles je voyais qu'on pouvait également arriver. Cependant, en considérant mes différents systèmes de solutions, et en les rapprochant de la solution donnée par Lexell, je reconnus que les variations que subissaient les éléments, quand on passait de l'un à l'autre de ces systèmes, suivaient une marche progressive. Je fus ainsi conduit à penser que si les valeurs absolues des différents éléments étaient mal déterminées, on pourrait au contraire les considérer comme des fonctions bien définies d'une même arbitraire; et que, si l'on parvenait à connaître ces fonctions, il suffirait ensuite d'attribuer à l'indéterminée qu'elles renfermeraient, toutes les valeurs comprises entre de certaines limites, pour avoir ainsi tous les systèmes d'éléments susceptibles de satisfaire aux observations dans les limites de leur exactitude. Une seule indéterminée devait d'ailleurs être suffisante; car si l'on donne à l'une des inconnues, dans les équations du problème, une valeur arbitraire, les autres se trouvent ensuite déterminées.

» J'ai donné tous mes soins à la recherche de ces fonctions. Elle était excessivement délicate; et l'on en jugera aisément si l'on remarque que tous les nombres qu'on eût eu à considérer dans une solution déterminée, toutes les positions héliocentriques et géocentriques de la comète, tous les

coefficients des équations de condition, devenaient ici des fonctions algébriques d'une même arbitraire. Je me bornerai à énoncer le résultat de mes recherches, et encore ne le ferai-je que par rapport au grand axe et à l'excentricité, afin d'abréger; les autres éléments présenteraient des résultats analogues.

» Désignons par a et e les expressions variables du demi-grand axe et de l'excentricité, et par a_0 et e_0 leurs valeurs dans la véritable ellipse de la comète. *On s'écartera le moins possible des véritables positions géocentriques en juin, août et septembre,* si l'on adopte les valeurs suivantes simultanées des éléments :

$$a = a_0 + 0,01\,\mu,$$
$$e = e_0 + 0,000\;7203\,\mu - 0,000\;002\;54\,\mu^2.$$

μ est une indéterminée qui a la même valeur dans toutes les expressions. Il reste à fixer les valeurs de a_0, e_0,..., et à déterminer les limites de μ.

» Les termes du second ordre sont fort petits, n'apportent aucune précision réelle dans les recherches ultérieures, et on peut les supprimer sans inconvénient. Les formules précédentes deviennent ainsi des formules indéterminées du premier degré, jouissant des propriétés de ces sortes de fonctions. On pourra donc, à la place des constantes a_0, e_0, mettre l'une quelconque des solutions de la question. Seulement, suivant qu'on partira de l'une ou de l'autre de ces solutions, la valeur de μ qui conduira à une même solution donnée à l'avance sera différente. Ainsi, on prendra si on le veut $a_0 = 3,14786$ avec $e_0 = 0,785716$, comme je l'ai trouvé; ou bien on fera $a_0 = 3,153384$ avec $e_0 = 0,786119$, suivant la solution de M. Clausen. Nous allons même prouver que cela revient tout à fait au même, ce qui confirmera tout notre travail. Si l'on veut passer de la première valeur de a à la seconde, on trouve qu'il faut faire $\mu = 0,552$. Or, pour passer de la première valeur de e à la seconde, il faut faire $\mu = 0,558$. Ces valeurs de μ sont aussi exactement les mêmes qu'on pouvait l'espérer. Les valeurs numériques données par M. Clausen sont donc comprises, comme cas particulier, dans ma solution algébrique.

» Quant aux limites de μ, je les ai déterminées de manière à ce qu'il ne puisse rester entre la théorie et les observations aucune différence inadmissible. Je n'entrerai ici dans aucun détail à cet égard, et je me bornerai à dire que les observations de Messier se trouvent, dans toute hypothèse théorique, empreintes d'erreurs constantes pendant plusieurs jours, mais susceptibles de changer brusquement d'un jour à l'autre. Les six dernières obser-

vations concordent entre elles; les six précédentes sont également d'accord. Et cependant, la première série diffère de la seconde de plus de 60 secondes en ascension droite. Quoi qu'il en soit, j'admets qu'en prenant pour a_0 et e_0,... les nombres constants de M. Clausen, « μ peut varier de $-\frac{3}{2}$ à $+\frac{3}{2}$, sans » qu'on s'écarte des observations hors des limites admissibles. Une appari- » tion de la comète, antérieure ou postérieure à 1770, est nécessaire pour » lever l'indétermination. »

» Quand on passe d'une limite à l'autre, la durée de la révolution varie de 29 jours.

SECTION CINQUIÈME. — *Perturbations du mouvement héliocentrique de la comète, jusqu'au 28,5 mai 1779.*

» Depuis le mois de septembre 1770 jusqu'en 1779, la comète a coupé deux fois, abstraction faite des latitudes, l'orbite de Vénus, deux fois l'orbite de la Terre, et trois fois l'orbite de Mars. Il n'y a eu, dans aucune de ces circonstances, de perturbation sensible.

» Lorsque la comète revint, pour la première fois, à son aphélie, après 1770, Jupiter était, par rapport à elle, à l'autre extrémité de la circonférence du cercle, et ne put ainsi la troubler. Mais au second retour, qui eut lieu en 1779, ces deux astres s'approchèrent beaucoup l'un de l'autre.

» L'expression de la distance aphélie dépend de μ. Elle varie proportionnellement à $0,020\,132\mu$, c'est-à-dire qu'elle éprouve de grands changements suivant les hypothèses faites sur μ. Ces changements sont tels, que quand la comète viendra à s'approcher de Jupiter, on pourra supposer à volonté qu'elle est passée en deçà ou au delà de la planète par rapport au Soleil; qu'elle a traversé le système des satellites, ou qu'elle en est restée fort éloignée. Et l'on comprend que, suivant l'hypothèse à laquelle on s'arrêtera, on devra arriver à des conséquences complétement différentes; en sorte que la résolution du problème, dans une seule hypothèse, qui serait peut-être fort éloignée de la vérité, serait un résultat sans portée. Toutefois, l'indétermination de la question est telle, qu'il serait impossible de la résoudre directement et d'un seul jet. Deux approximations seront nécessaires : l'une, que nous pouvons, que nous devons exécuter dès à présent, et qui servira à reconnaître la comète si elle vient à reparaître; l'autre, la solution rigoureuse qui ne pourra être donnée que si, en s'aidant de la première approximation, on vient un jour à retrouver la comète.

» Supposons, pour un instant, que nous connaissions rigoureusement

l'orbite que la comète décrivait en 1770, et voyons la marche qu'il conviendrait de suivre pour déterminer les perturbations qu'elle éprouvera postérieurement. L'action perturbatrice de Jupiter se fait sentir dès le commencement de 1777. Il faudra donc calculer les perturbations que le mouvement de la comète autour du Soleil éprouvera de la part de Jupiter pendant les années 1777, 1778 et pendant les premiers mois de 1779. C'est une précaution de la plus grande importance, et sur laquelle j'insiste, parce qu'on n'y a point eu égard dans la *Mécanique céleste*. Les perturbations produites pendant les vingt-huit mois qui ont précédé l'approximation de la comète à Jupiter sont considérables ; rapportées à Jupiter même, elles deviennent énormes, et changent tout à fait l'orbite que la comète a décrite autour de Jupiter, et plus tard autour du Soleil. Il me paraît même inutile d'insister pour faire comprendre du lecteur que, lorsqu'il s'agit de savoir si la comète est passée en avant ou en arrière de Jupiter, on ne peut négliger une variation de 0,045 dans le demi-grand axe, lorsque la distance du quatrième satellite à Jupiter n'est pas le tiers de cette quantité.

» Je donne, dans cette section, l'expression des perturbations héliocentriques jusqu'au 28,5 mai 1779. Le demi-grand axe diminue de 0,045, l'excentricité augmente de 0,0260. La longitude du nœud ascendant augmente de 3° 48′, etc. Tout cela est considérable et ne peut se négliger.

» La position de la comète est ainsi bien connue relativement à Jupiter, à l'instant où l'action de cette planète vient à l'emporter sur celle du Soleil ; il convient alors de considérer Jupiter comme le centre principal du mouvement. Le Soleil n'en est plus qu'une cause perturbatrice, jusqu'au moment où son action redeviendra l'influence dominante. Je m'occupe de ce mouvement autour de Jupiter, et de l'orbite qui en résulte finalement autour du Soleil, dans la section suivante.

SECTION SIXIÈME. — *Mouvement de la comète autour de Jupiter, et retour au mouvement héliocentrique.*

» Au 28,5 mai 1779, la comète se précipite avec rapidité vers Jupiter, dans une orbite du second ordre. Je commence par établir que le Soleil ne trouble cette orbite que de quantités négligeables dans une première approximation, et n'ayant aucune influence fâcheuse sur les éléments de l'orbite définitive autour du Soleil.

» Cela posé, les éléments de l'orbite décrite autour de Jupiter sont des fonctions de l'indéterminée μ. On peut les discuter dans les limites de cette

arbitraire, et distinguer les conséquences certaines de celles qui restent dans le vague.

» Je trouve pour le demi-axe a de l'orbite relative, décrite autour de Jupiter,

$$a = -0,017095 - 0,000608\mu + 0,000017\mu^2;$$

c'est une expression essentiellement négative pour les valeurs de μ comprises entre $\pm\frac{3}{2}$. D'où je conclus que *la comète a décrit une hyperbole autour de Jupiter; qu'ainsi il est impossible qu'elle soit devenue un satellite de cette planète,* comme on l'avait quelquefois supposé.

» La constante des aires projetées sur l'écliptique a pour expression, en prenant quinze jours pour unité,

$$c = 0,0001187 - 0,0040068\mu + 0,0001732\mu^2 - 0,0000018\mu^3;$$

elle est positive pour $\mu < 0,029652$, et négative pour $\mu > 0,029652$. Dans le premier cas, *le sens du mouvement est direct: la comète passe entre Jupiter et le Soleil;* dans le second cas, *le sens du mouvement est rétrograde: la comète passe au delà de Jupiter.* Si pour $\mu = 0,029652$, ce qui s'éloigne fort peu de l'orbite de M. Clausen, si pour cette valeur de μ la comète ne vient pas heurter Jupiter, ce ne pourra être qu'à cause des différences en latitude.

» Pour savoir à quoi m'en tenir à cet égard, je forme l'expression des distances *périjoves*, et j'en cherche le minimum. La comparaison offrira plus d'intérêt en mettant en regard le rayon de Jupiter même, les distances moyennes des satellites, enfin les distances périjoves de la comète pour différentes valeurs de μ. Je prends pour unité le rayon de la planète, et j'applique le signe — aux distances comprises entre la planète et le Soleil, pour les distinguer des distances comptées au delà de Jupiter.

La comète.	Distance périjove pour $\mu = -1$	$-118,3$
La comète.	Distance périjove pour $\mu = -0,5$	$-49,2$
	Quatrième satellite, distance moyenne	$-27,0$
	Premier satellite	$-6,0$
La comète.	Distance périjove pour $\mu = 0$	$-3,6$
La comète.	Distance périjove minimum	$+3,4$
	Premier satellite	6,0
	Quatrième satellite	27,0
La comète.	Distance périjove pour $\mu = 0,5$	39,7
La comète.	Distance périjove pour $\mu = 1$	101,5

» Il résulte de cette comparaison qu'il est effectivement possible que la

comète ait traversé le système des satellites de Jupiter. Mais peut-être aussi est-elle passée fort loin en dehors de l'orbite du quatrième satellite. *Le passage de la comète de 1770 au travers des satellites de Jupiter n'est donc pas une chose certaine; il est même peu probable; et les conséquences qu'on avait cru devoir en tirer, relativement à l'excessive petitesse de la masse de la comète, sont très-hasardées.*

» Rien ne s'oppose toutefois à ce que la comète se soit approchée du centre de Jupiter à une distance égale à 3,4 rayons de cette planète. C'est une bien petite quantité dont je n'ose trop répondre. En sorte qu'il existe un système d'éléments satisfaisant aux observations de 1770, avec la même précision que celui donné par la méthode des moindres carrés, et pour lequel *il se pourrait, à tout prendre, que la comète fût allée heurter Jupiter!* Mais disons-le, cette circonstance est excessivement peu probable, et elle ne doit pas nous empêcher d'examiner, dans les autres hypothèses, quel cours la comète a dû reprendre par rapport au Soleil, en échappant à l'action de Jupiter.

» Les éléments du mouvement héliocentrique définitif sont encore des fonctions de μ. Supposons ces fonctions formées. Il sera indispensable de les réduire en une Table où l'on puisse apercevoir à vue les valeurs numériques des différents éléments qui correspondront simultanément à une même valeur de μ. Et si l'on ne peut choisir actuellement parmi les différentes orbites qui en résulteront; si l'on ne peut par conséquent prédire l'époque du retour de la comète, cette Table donnera du moins tout ce qu'on peut demander aujourd'hui, les moyens de reconnaître la comète de 1770 dans une de ses nouvelles apparitions. Voici ce qu'il y aurait à faire à cet égard.

» Soient déterminés les éléments du mouvement elliptique d'une comète, au moment ds son apparition. On examinera si elle est susceptible de s'approcher de Jupiter par une longitude héliocentrique comprise dans les environs de 180 degrés. Si cela est, on recherchera, en remontant vers 1780, si la comète a pu éprouver de fortes perturbations, et on les déterminera s'il y a lieu. L'orbite étant connue pour 1780, on examinera, dans la Table que je donne, quelle valeur il faut attribuer à μ, pour obtenir l'un des éléments de l'orbite de la nouvelle comète; et *si la même valeur de μ donne tous les autres éléments de la nouvelle orbite, sans exception,* on pourra prononcer l'identité avec la comète de 1770.

» Dans une prochaine communication, j'exécuterai, pour les différentes comètes parues depuis 1780, la comparaison que je viens d'indiquer. Mon

travail est déjà fort avancé sur plusieurs points, et notamment pour la comète périodique découverte en 1843 par M. Faye.

» Je terminerai par la remarque suivante. Nous avons vu que pour la très-petite valeur $\mu = 0,030$, il y avait à craindre que la comète ne fût allée heurter Jupiter. Mais lui eût-elle échappé, dans ce cas, d'ailleurs fort peu probable, nous ne devrions pas plus pour cela compter sur son retour; car sa vitesse héliocentrique se trouverait définitivement tellement accrue, que l'orbite autour du Soleil prendrait bien nettement la forme hyperbolique. Cette circonstance toutefois, je le répète, n'a que fort peu de probabilité en elle-même, parce qu'elle ne peut se produire qu'entre deux limites de μ, qui ne comprennent que la centième partie de l'amplitude totale de cette arbitraire. Je fais même voir dans mon Mémoire que les petites valeurs de μ ne sont pas celles qui s'accordent le mieux avec les observations de 1770, puisque alors ces observations se terminent par trois séries, dont chacune est incompatible avec les deux autres. En sorte que nous avons de grandes raisons de penser que cette comète n'a pas été enlevée à notre système solaire. »

MÉDECINE. — *Recherches expérimentales sur les médicaments; par* M. **Poiseuille.** (Extrait par l'auteur.)

(Commission composée de la Section de Médecine, et de MM. Becquerel, Dutrochet, Pouillet.)

« En 1843, nous avons eu l'honneur d'entretenir l'Académie d'expériences faites sur l'écoulement du sang dans les capillaires des animaux vivants, sous l'influence de certaines substances, comme l'azotate de potasse, l'acétate d'ammoniaque, l'alcool. Depuis, nous avons fait des études analogues sur beaucoup d'autres corps; ainsi, nous avons reconnu, comme pour l'acétate d'ammoniaque, l'azotate de potasse, que les chlorhydrates d'ammoniaque et de potasse, l'azotate d'ammoniaque, les iodure et bromure de potassium, etc., facilitaient la circulation capillaire; que d'autres substances introduites dans le sang, comme l'alcool, la retardaient: de ce nombre sont les chlorures de sodium et de magnésium, le sulfate d'ammoniaque, etc., les acides sulfurique, tartrique, oxalique, acétique, etc.; la plupart des eaux minérales, et nous avons expérimenté sur plus d'une quarantaine, unies au sang par suite de la grande quantité d'eau qu'elles contiennent, favorisent la circulation capillaire.

» Nous ne nous arrêterons pas, dans ce court extrait de notre travail, aux corollaires qui peuvent intéresser la thérapeutique et l'étiologie de certaines

maladies. Nous désirons fixer l'attention de l'Académie sur l'étude des médicaments, considérés dans l'intimité même de nos organes; peut-être qu'alors les nouvelles connaissances que nous aurons acquises, jointes aux phénomènes de circulation dont on vient de parler, nous permettront d'expliquer les actions diverses qu'offrent un certain nombre de substances sur l'économie.

» Il s'agit, en effet, dans ces nouvelles recherches, de déterminer les phénomènes qui accompagnent l'ingestion d'une substance dans le canal alimentaire. Toute substance liquide ingérée dans l'estomac se trouve en contact avec l'épithélium de la muqueuse intestinale; elle le pénètre, et bientôt est mise en rapport avec les capillaires des villosités. Que doit-il naître de ce contact? un échange réciproque des liquides qui baignent des deux côtés les parois des vaisseaux capillaires; c'est-à-dire que, tandis qu'une portion du sérum du sang passera à travers les parois des capillaires pour aller trouver le liquide introduit dans le canal intestinal, une portion de ce dernier liquide pénétrera en même temps les parois des vaisseaux, pour se mêler au sang contenu dans les capillaires et se répandre dans le torrent circulatoire. Ce double courant est tout à fait analogue au phénomène si bien indiqué et décrit par M. Dutrochet, dans son *Traité de l'Endosmose*: si les deux courants sont d'égale intensité, il n'y aura ni augmentation ni diminution du liquide contenu dans l'intestin; si l'un des courants l'emporte sur l'autre, par exemple, si le courant du sérum du sang vers la cavité intestinale a une intensité plus grande que celui qui porte le liquide ingéré vers le sérum des capillaires, il y aura alors accumulation de liquide dans l'intestin, provocation de l'intestin à se contracter pour rejeter au dehors ce surcroît de liquide, et par suite la substance qui aura produit cet effet sera *purgative*. Un résultat opposé aura lieu, si le courant du liquide ingéré vers le sérum des capillaires, est plus considérable que celui du sérum vers la cavité de l'intestin.

» L'opinion que nous émettons ici résulte des faits nombreux, dans le détail desquels nous allons entrer.

» Et d'abord le *sérum du sang*, séparé d'un autre liquide, par une membrane organique, donne-t-il lieu aux deux courants dont il vient d'être parlé? Le nombre des substances qui produisent ce double courant est si considérable relativement à celles sur lesquelles nous avons expérimenté, que nous croyons pouvoir regarder cette propriété comme une loi : peu de substances y échappent; et, dans ce dernier cas, les unes, pénétrant la membrane, la rendent impropre à l'endosmose, c'est-à-dire que la membrane

devient perméable, et laisse passer le liquide qui offre la pression la plus grande, soit le sérum, soit la solution employée; d'autres, par leur présence, font cesser tout phénomène d'endosmose, et la membrane ne devient perméable ni à l'un ni à l'autre des deux liquides qui la baignent. Dans le premier cas, le même corps dissous dans l'eau en diverses proportions, offre un courant d'endosmose qui subit une interversion dans sa direction; si l'eau ne contient qu'une petite quantité de la substance en dissolution, l'intensité du courant qui porte la solution vers le sérum sera plus grande que celle du courant qui sollicite le sérum vers la solution; il y aura alors ce que nous pouvons appeler, avec M. Dutrochet, et pour plus de simplicité, *endosmose de la solution;* si, au contraire, la solution de la même substance est plus concentrée, le second courant l'emportera sur le premier; il y aura alors *endosmose du sérum.* On comprendra que pour un certain degré de concentration de la solution, l'intensité des deux courants sera la même, et il y aura échange d'une égale portion des deux liquides, par suite de la perméation de la membrane qui les sépare.

» Dans ces nouvelles expériences sur l'endosmose, nous nous sommes servi d'endosmomètres dont les réservoirs offrent une ouverture terminale de 40 à 50 millimètres environ de diamètre; les tubes qui les surmontent ont un diamètre de 1 à 2 et 3 millimètres; chaque tube, maintenu d'ordinaire verticalement, porte une échelle divisée en millimètres. La membrane adaptée à l'ouverture du réservoir de l'endosmomètre appartient à l'appendice cœcal du mouton.

» Pour éviter les redites, et pour plus de clarté, nous conviendrons de placer le nom du liquide qui se trouve dans le réservoir, avant celui du liquide extérieur qui reçoit l'endosmomètre; alors, dans le cas où la colonne du tube montera, nous dirons qu'il y a endosmose du liquide extérieur; et exosmose du même liquide lorsque cette colonne descendra.

» Nous représenterons par D le diamètre de l'ouverture de l'endosmomètre, et par d celui du tube qui le surmonte.

Eau de Sedlitz naturelle et sérum. $D = 49$ millimètres; $d = 2$ millimètres.

» L'eau de Sedlitz occupe le réservoir de l'endosmomètre, et le sérum le vase extérieur: la colonne de liquide monte dans le tube; il y a donc endosmose du sérum. L'accroissement dans l'ascension de la colonne devient de plus en plus grand pendant les quatre premières heures de l'expérience, et il diminue de plus en plus jusqu'à la quinzième heure, époque à laquelle cesse l'expérience. L'ascension de la colonne observée pendant une heure,

donne d'abord $4^{mm},5$, ensuite 8 millimètres, puis 9 millimètres, et 8 millimètres, 7 millimètres, enfin 3 millimètres dans la dernière heure.

» L'eau de Sedlitz de l'endosmomètre, contient une quantité notable d'albumine, provenant du sérum qui a passé par endosmose du vase extérieur dans l'endosmomètre. D'un autre côté, le sérum du vase contient aussi une certaine quantité de sulfate de magnésie, qui a passé du réservoir de l'endosmomètre vers le sérum.

» On obtient des résultats analogues sur le vivant. On a filtré les matières excrémentitielles provenant de deux personnes purgées l'une et l'autre par l'eau de Sedlitz; ce liquide, qui d'ailleurs contient beaucoup de sulfate de magnésie, offre de l'albumine en assez grande quantité; et l'on sait que dans l'état normal, les matières excrémentitielles offrent à peine quelques traces d'albumine. Les urines des mêmes personnes, recueillies pendant la purgation, ont donné une quantité beaucoup plus considérable de sulfate de magnésie, que celle qu'elles contiennent dans l'état naturel.

» M. Bouchardat a bien voulu vérifier ces résultats dans ces derniers temps.

» Si, au lieu de mettre l'eau de Sedlitz dans le réservoir et le sérum au dehors, comme précédemment, on fait le contraire; alors il y a abaissement de la colonne du tube, c'est-à-dire qu'ici encore, le courant le plus fort a lieu du sérum vers l'eau de Sedlitz.

» L'eau de Pullna se comporte à l'égard du sérum comme l'eau de Sedlitz.

» Nous allons exposer dans tous ses détails une des expériences que nous avons faites, en opposant d'autres solutions salines au sérum; les différentes phases qu'elle présentera nous serviront d'ailleurs à interpréter divers phénomènes de médication et de nutrition dont nous parlerons bientôt.

Solution de phosphate de soude et sérum. D = 39 millim.; *d* = 2 millim.; T = 14 degrés.
(Sel : eau distillée :: 1 : 25.)

» 1°. La solution mise dans le réservoir de l'endosmomètre et le sérum au dehors, il y a endosmose, c'est-à-dire ascension de la colonne liquide; l'accroissement de la colonne augmente de plus en plus pendant les deux premières heures, et diminue ensuite : ainsi on observe une ascension de 18 millimètres, de 30 millimètres, de 34 millimètres, puis de 20 millimètres après neuf heures d'expérience, et seulement de 3 millimètres, toujours en une heure, depuis quinze heures que l'expérience a commencé.

» La membrane cesse alors d'être propre à l'endosmose le second jour, il y a exosmose, c'est-à-dire baisse de la colonne liquide. Mais en faisant oscil-

ler et l'endosmomètre et le sérum du vase, on change de place les couches des liquides en rapport avec les deux faces de la membrane, et *l'endosmose renaît;* la colonne monte de 4 millimètres en une heure, et ensuite de 1 millimètre seulement; puis il y a de nouveau abaissement de la colonne tout le troisième jour de l'expérience.

» 2°. On remplace le sérum du vase par de l'eau distillée; alors la membrane qui servait depuis quatre-vingts heures et qui donnait lieu précédemment à l'exosmose, est le siége d'une endosmose très-intense, la colonne s'élève en une heure, de 54 millimètres, de 60 millimètres; puis de 52 millimètres, de 48 millimètres après quatre heures de cette expérience.

» 3°. Le cinquième jour, on substitue à l'eau distillée de la veille, le même sérum de 1° qu'on avait abandonné comme ne donnant plus que de l'exosmose, et, chose remarquable, par suite du nouvel état de la membrane, elle est redevenue propre à l'endosmose; on a une ascension de 10 millimètres en une heure, puis de 8 millimètres, de 6 millimètres, et enfin de 3 millimètres après huit heures de cette nouvelle expérience. Dans les heures suivantes, la colonne baisse de nouveau.

» 4°. Le sixième jour de l'expérience, on remplace le sérum du vase par de l'eau distillée, et l'endosmose renaît derechef; l'ascension est de 24 millimètres, 14 millimètres, 11 millimètres, 6 millimètres, et enfin de 4 millimètres au bout de vingt-quatre heures de cette expérience.

» Remarquons que l'intensité de cette endosmose est beaucoup moins considérable que celle offerte par 2°; aussi la membrane sert depuis un plus long temps.

» Avant de quitter cette expérience, faisons observer que si la solution de phosphate de soude est moins concentrée, si l'on a, par exemple, sel : eau :: 1 : 100, alors le courant le plus fort, au lieu de se faire, comme précédemment, du sérum vers le phosphate de soude, a un sens contraire, c'est-à-dire que, comme pour d'autres sels à faible dose, le phosphate de soude cesse d'être purgatif.

» Nous avons expérimenté sur le nitrate de potasse, le chlorure de sodium, l'iodure de potassium, etc., comme nous venons de le faire pour le phosphate de soude, et tous les résultats que nous venons de constater se sont vérifiés à l'égard de tout autre sel.

» Des expériences précédentes nous croyons devoir conclure, en dehors de cette propriété endosmosique, en vertu de laquelle le courant le plus fort s'établit du sérum vers la solution saline suffisamment concentrée, et qui doit nous occuper bientôt d'une manière particulière :

» 1°. Que les phénomènes d'endosmose que présente une membrane organique dont les deux faces sont en rapport, l'une avec du sérum, l'autre avec un liquide de nature différente, sont très-variables;

» 2°. Qu'au bout de quelques heures, l'endosmose diminue de plus en plus, finit par s'anéantir, et cela par suite de la pénétration ou saturation de la membrane par les deux liquides qui la baignent:

» 3°. Qu'en agitant l'endosmomètre et le vase qui le reçoit, les couches de liquide en contact avec la membrane étant déplacées, l'endosmose renaît;

» 4°. Qu'une membrane devenue, par son usage, inapte à l'endosmose, mise en contact avec d'autres liquides, abandonne les premiers, et récupère la propriété de produire l'endosmose avec les mêmes liquides pour lesquels l'endosmose avait cessé.

» Ces faits, nous ne craignons pas de l'affirmer, sont dignes de fixer l'attention d'une manière toute spéciale, soit pour expliquer certains phénomènes d'absorption, et, par suite, pour interpréter les actions diverses d'une même substance administrée pendant longtemps, ou à des doses de plus en plus considérables, soit pour expliquer divers phénomènes de nutrition: car l'absorption et la nutrition ne sont que des phénomènes d'endosmose, ainsi qu'on en convient généralement depuis la belle découverte de M. Dutrochet. Mais je ne sache pas que des études d'endosmose aient été faites directement sur les liquides organiques de l'économie, et les substances employées comme médicaments, dans la vue de jeter quelque lumière sur les divers points que nous étudions.

» Ainsi, nous pensons qu'une même substance ingérée dans l'estomac, et parcourant une portion plus ou moins grande du tube intestinal, produira des effets sur l'économie, d'autant moins saillants, qui tendront d'autant plus à s'anéantir, qu'elle sera employée plus fréquemment; de là nous sommes porté à croire que la *tolérance* invoquée dans les maladies par Rasori, Giacomini et autres sectateurs de la médication italienne, tient tout simplement à ce que les membranes du tube digestif, en contact avec la même substance, s'en imbibent, et deviennent bientôt inaptes à laisser passer en même quantité la substance dans le torrent circulatoire. Nous avons souvent observé chez des personnes qui prennent des purgatifs, qu'en mettant vingt-quatre heures d'intervalle, au lieu de quarante-huit, entre l'administration de deux purgatifs de même nature, le second jour, toutes choses égales d'ailleurs, les effets étaient beaucoup moindres que le premier.

» Des mêmes faits, il résulte la nécessité de varier la nature des substances alimentaires; ainsi, une substance, fût-elle nutritive par excellence, ces-

serait de l'être par son usage prolongé. Les travaux de M. Magendie sur l'alimentation viennent à l'appui de ce que nous avançons.

» Quoique les exemples que nous venons de rapporter soient en petit nombre (1), nous n'hésitons pas cependant à soutenir les propositions que nous venons d'établir; d'ailleurs, on conviendra avec nous que l'interprétation que nous donnons des phénomènes divers dont il vient d'être question, a une apparence de solidité qui manque entièrement à l'explication des mêmes faits par certains physiologistes et thérapeutistes.

» En opposant au sérum les solutions suffisamment concentrées de tartrate neutre de potasse, de sulfate de soude, de sulfate de potasse, de phosphate de potasse, d'alun; toutes donnent un courant d'endosmose plus considérable du sérum vers la solution; et dans tous les cas, après l'expérience, le sérum offre une quantité notable du sel, et la solution de l'albumine provenant du sérum.

» Les matières excrémentitielles et les urines de personnes purgées avec le sulfate de soude, ont offert des résultats analogues à ceux qu'on avait obtenus pour l'eau de Sedlitz.

» On sait que l'opium, les sels de morphine, sont employés contre la diarrhée, s'opposent à l'effet purgatif des médicaments dont on fait usage, dans un tout autre but que celui de purger, comme, par exemple, le nitrate de potasse, pour combattre le rhumatisme. Il était donc important de voir si la présence des sels de morphine s'opposait aussi aux phénomènes d'endosmose que nous venons de constater; l'expérience suivante vient à l'appui de l'identité que nous voulons établir :

Azotate de potasse avec chlorhydrate de morphine et sérum. $D=39^{mm}$; $d=1^{mm},5$; $T=13°$.

» 1°. Nous commençons par opposer la solution de sel au sérum :

(Sel : eau :: 1 : 8.)

» Il y a, comme nous le savons, endosmose du sérum ; la colonne s'élève en dix minutes, d'abord de $8^{mm},5$, ensuite de 9 millimètres après trois quarts d'heure d'expérience : comme on le voit, le phénomène est dans toute son intensité.

» 2°. On ôte du réservoir de l'endosmomètre la solution d'azotate de potasse, et on la remplace par une solution de même saturation, mais à laquelle on a ajouté à 26 grammes de la solution, 30 centigrammes de chlorhydrate

---

(1) Nous avons soumis à l'endosmose la matière chymeuse de l'estomac, ainsi que le chyle; mais les expériences ne sont pas assez nombreuses pour établir d'une manière certaine les conséquences qu'on peut en tirer sur la digestion et la nutrition.

de morphine. L'endosmose précédente est modifiée de la manière suivante : l'ascension de la colonne est de 6 millimètres, de $4^{mm},5$, de 3 millimètres, enfin de 2 millimètres au bout d'une heure seulement de cette nouvelle expérience, puis *la colonne reste immobile* pendant une heure ; après ce temps, il y a abaissement de la colonne, c'est-à-dire exosmose ; ainsi la colonne descend toujours pendant dix minutes, de 1 millimètre, de $2^{mm},2$; de $3^{mm},5$ après trois heures d'expérience.

» Ainsi, la présence du chlorhydrate de morphine a diminué l'endosmose, puis l'a anéantie, et enfin il y a eu exosmose ; c'est précisément l'effet que produit la morphine, toutes choses égales d'ailleurs, dans le canal intestinal, en donnant lieu à la constipation ; il y a courant établi de la cavité de l'intestin vers le sérum des capillaires des villosités intestinales ; de là absence consécutive de liquide dans l'intestin.

» La même expérience, répétée avec une autre membrane, donne des résultats tout à fait comparables à ceux que nous venons d'obtenir.

» Des expériences qui précèdent, et dans lesquelles il s'agit de substances réputées purgatives, nous croyons pouvoir conclure, que l'effet des purgatifs relativement à l'évacuation qu'ils produisent, vient d'un double courant qui s'établit entre le liquide ingéré dans la cavité de l'intestin et le sérum des capillaires qui entrent dans les villosités intestinales, et qui s'effectue à travers la muqueuse qui recouvre ces villosités ; que l'évacuation à laquelle ils donnent lieu provient de ce que le courant qui porte le sérum vers le liquide ingéré est plus considérable que celui qui agit en sens contraire ; et que la constipation qui résulte des mêmes substances purgatives administrées *à faible dose*, vient de ce que le courant de la cavité de l'intestin vers le sérum des capillaires est, au contraire, plus considérable.

» On sait, en effet, que les personnes qui prennent les eaux minérales, liquides dans lesquels les sels n'entrent qu'en petite quantité, se plaignent, dans les premiers temps de leur usage, de constipation ; mais cet inconvénient disparaît ordinairement au bout de quelques jours. Ces résultats sont tout à fait conformes à ceux que nous ont donnés les phénomènes d'endosmose, étudiés sur le sérum et les eaux minérales non purgatives. Ainsi, nous avons opposé le sérum aux eaux minérales de Passy, de Spa, de Vichy, de Plombières, de Cauteretz, du Mont-d'Or, etc., etc., et nous avons vu le courant le plus fort se diriger de l'eau minérale vers le sérum.

» Les conséquences que nous venons d'établir acquerront une valeur plus grande lorsque nous aurons vu les purgatifs végétaux se comporter à l'égard du sérum comme les purgatifs minéraux.

» En effet, nous avons opposé au sérum les solutions suffisamment concentrées de manne, des extraits de séné, de rhubarbe, de mercuriale, de tamarin, de casse, de coloquinte, d'aloës; nous avons obtenu un courant d'endosmose plus considérable du sérum vers ces solutions. Il en a été de même des résines de scammonée, de jalap et de l'huile de ricin opposées au sérum.

» Ne pourrait-on pas se demander s'il n'y a de purgatives que les substances qui produisent le courant le plus fort du sérum vers elles? A cette question nous pourrions répondre, qu'il ne s'agit pas ici d'un traité complet de la médication purgative, mais seulement de jeter quelque lumière certaine sur l'effet immédiat des purgatifs introduits dans le canal intestinal, effet qui se trouve établi par toutes les expériences que nous avons rapportées.

» Néanmoins, nous ne nous en sommes pas tenu là: un grand nombre d'autres substances ont été expérimentées; et si nous ne sommes pas en état de répondre pleinement à la question qui vient d'être posée, nous pouvons cependant dire, d'après ces expériences, que des substances pour lesquelles le courant le plus intense a lieu du sérum vers elles, ne sont nullement purgatives; que d'autres qui, inertes ou non, opposées au sérum, ne donnent pas lieu aux phénomènes d'endosmose, sont cependant regardées comme laxatives.

» Ces faits, qui semblent en opposition avec la théorie que nous voulons établir, exigent quelques développements. Ainsi l'eau, par exemple, détermine le courant le plus fort vers le sérum, et cependant l'eau ne produit pas la constipation; c'est qu'elle est absorbée avant de parvenir à la fin de l'intestin grêle, et généralement elle ne franchit pas la valvule iléo-cœcale.

» Le sucre de canne, opposé au sérum, produit un courant très-considérable du sérum vers la solution sucrée, et cependant il ne produit aucun effet purgatif: au contraire, son usage prolongé donne lieu à la constipation; mais si nous suivons cette substance dans le canal intestinal, elle s'y comporte d'une manière toute spéciale: d'abord elle ne se retrouve pas dans les évacuations alvines, elle subit dans l'estomac, par suite de la présence du suc gastrique, la fermentation lactique; un acide est produit, et alors, comme nous l'avons vu pour les acides acétique, tartrique, citrique, sulfurique étendus d'eau, il y a courant plus intense de l'acide vers le sérum.

» Un autre phénomène accompagne l'administration des purgatifs, plus ou moins obscur quant aux laxatifs, mais très-évident lorsqu'il s'agit des purgatifs drastiques: nous voulons parler des contractions péristaltiques des intestins. Dans toute purgation, le malade accuse des mouvements plus ou

moins douloureux qui ont leur siége dans le tube intestinal ; cette impression est vive dans le cas des purgatifs violents; la présence de ces substances provoque la contraction, le mouvement péristaltique des intestins, dont l'objet est de débarrasser l'économie de ces corps étrangers, nuisibles on peut le dire, ainsi que la gomme-gutte (1) qui, comme le deutochlorure de mercure, introduite dans le sang en certaine quantité, solidifie une partie de l'albumine de ce liquide.

» Dans ces contractions vives, subites, des intestins, les villosités sont pressées les unes contre les autres, la pression du sang des capillaires est augmentée; de là l'exhalation intestinale dont on est témoin.

» C'est à cette dernière cause, le mouvement péristaltique des intestins, que l'on doit attribuer la *facilité* des évacuations alvines, par l'usage de substances tout à fait inertes qui, parcourant tout le tube intestinal sans être modifiées, sont rendues comme elles ont été prises; leur présence dans le canal alimentaire provoque le mouvement dont nous parlons, et par suite une exhalation surabondante de liquide.

» Est-ce à la même cause que l'on doit attribuer ces évacuations alvines, qui se déclarent subitement, en quelques minutes, sous l'influence d'émotions morales vives? Toujours est-il qu'elles sont constamment précédées de mouvements qui ont leur siége dans l'intestin; ainsi, sans nous expliquer sur la cause première de ce phénomène, il ne répugne pas plus d'admettre un mouvement particulier des fibres musculaires intestinales provoqué par une émotion vive, que les mouvements désordonnés du cœur dans les mêmes circonstances, quand on voit ces deux sortes de fibres être sous la dépendance des nerfs de la vie organique.

» Nous ne saurions terminer ce sujet sans rapporter une expérience qui se lie à l'exhalation du sérum provoquée par les purgatifs, nous voulons parler de l'action des cantharides appliquées à la surface de la peau. 25 grammes d'huile d'olive, contenant 10 grammes de cantharides pulvérisées, et chauffés jusqu'à 80 degrés, ont été opposés au sérum ; nous avons été témoin d'un courant d'endosmose du sérum vers l'huile cantharidée.

» Nous avons vu des substances qui, opposées au sérum, donnaient lieu à l'endosmose ou à l'exosmose ; d'autres, comme le chlorhydrate de morphine, anéantissent, par leur présence, ces deux phénomènes. Il nous reste à parler

(1) La gomme-gutte, opposée au sérum, ne donne lieu à aucun phénomène d'endosmose.

d'un autre ordre de corps qui, pénétrant la membrane, la rendent perméable; de ce nombre se trouve la décoction de tabac.

» Nous avons, en effet, mis dans le réservoir d'un endosmomètre une décoction de 4 grammes de tabac en feuilles dans 40 grammes d'eau distillée, et le sérum au dehors; il y a eu abaissement de la colonne liquide du tube de l'endosmomètre: *le même effet se produit*, en intervertissant l'ordre des deux liquides, c'est-à-dire en mettant le sérum dans le réservoir et la décoction de tabac au dehors.

» Nous venons de démontrer qu'un liquide ingéré dans l'estomac donnait lieu à un échange réciproque des liquides qui baignent des deux côtés les parois des capillaires; une partie de la nouvelle substance ingérée pénètre donc dans le torrent circulatoire et va modifier la circulation capillaire, qui deviendra plus ou moins facile, selon que la substance unie au sang, active ou retarde le passage de ce liquide dans les petits vaisseaux, ainsi que nous l'avons constaté dans le Mémoire que nous avons rappelé au commencement de ces recherches.

» Mais il existe un autre phénomène qui doit se passer ultérieurement, et sur lequel nous désirons fixer l'attention d'une manière toute particulière. Le sang, ainsi chargé de nouvelles substances, modifié dans sa constitution, est porté aux organes par les vaisseaux capillaires qui les traversent: les parois de ces vaisseaux, en rapport, d'une part, avec le sang qu'ils contiennent, d'autre part, avec le parenchyme propre des organes, donnent naissance à de nouveaux phénomènes d'endosmose et d'exosmose. C'est à ce double courant, qui a lieu par suite de l'introduction quotidienne de substances liquides et solides dans l'économie, qu'est dû le mouvement de composition et de décomposition à l'aide duquel s'effectue la nutrition, la réparation des organes. Nous sommes porté à penser que l'état de santé n'existe qu'à la condition que ce double mouvement n'éprouve aucune irrégularité, et que beaucoup de poisons, indépendamment de l'impression spéciale des molécules de quelques-uns d'entre eux sur la fibre vivante, peuvent ne devoir leur action délétère sur l'économie, qu'à la perturbation qu'ils produisent dans les phénomènes d'endosmose et d'exosmose, au sein même des tissus.

» Rapportons ici les expériences qui militent en faveur de l'opinion que nous venons d'émettre; il suffira d'indiquer leurs principaux résultats pour comprendre les conséquences que nous croyons pouvoir en déduire.

» Nous avons opposé au sérum de l'alcool plus ou moins étendu d'eau, et nous avons vu le courant le plus fort s'établir du sérum vers l'eau alcoolisée,

et avec d'autant plus d'énergie que l'alcool était moins étendu d'eau. Ainsi, l'alcool dans le sang tend à déterminer une déplétion des organes au profit de la masse sanguine. Est-ce à cet effet que sont dus les phénomènes que l'on observe dans l'ivresse, ou bien résultent-ils de cet effet et de l'action propre de l'alcool pénétrant nos tissus? Toujours est-il que ces phénomènes sont combattus avec succès par de l'eau introduite dans l'économie; et nous savons que l'eau, en présence du sérum, produit, contrairement à l'alcool, le courant le plus intense de l'eau vers le sérum. Une autre substance, l'ammoniaque, combat, beaucoup plus efficacement que l'eau, les symptômes de l'ivresse. Eh bien, l'ammoniaque, soit pure, soit unie à l'eau distillée dans le rapport de 1 : 5, opposée au sérum, donne lieu à un courant qui va de cette substance vers le sérum : le contraire a lieu pour l'alcool. Ainsi l'eau et l'ammoniaque, au point de vue que nous considérons, tendent à combattre l'ivresse déterminée par l'alcool; nous disons au point de vue que nous considérons, car, sous le rapport de la circulation capillaire, nous avons vu aussi que ces deux substances viennent, par leur présence, détruire la lenteur qu'apporte l'alcool dans le passage du sang à travers nos plus petits vaisseaux.

» Nous avons démontré que le chlorhydrate de morphine diminuait les phénomènes de l'endosmose, et finissait par les anéantir; si, comme nous le disons, il y a incessamment, dans l'état normal, au sein de nos organes, des phénomènes d'endosmose et d'exosmose, certes, une substance qui, introduite dans le sang, viendrait contrarier, annihiler ces phénomènes, serait, à juste titre, une substance délétère : eh bien, l'opium, le chlorhydrate de morphine se trouvent dans ce cas.

» Nous avons mis en présence du sérum une eau minérale sulfureuse; toujours la colonne du tube descendait, c'est-à-dire que, sous l'influence de l'acide sulfhydrique, comme pour la décoction de tabac, la membrane devenait perméable : nous avons vu, en outre, que la même membrane, privée d'hydrogène sulfuré, devenait apte à produire les phénomènes d'endosmose. Déjà, M. Dutrochet avait remarqué que cet acide modifiait beaucoup l'endosmose, et qu'une membrane imbibée d'hydrogène sulfuré perdait la propriété de la produire. On connaît l'action si délétère de ce gaz, en quantité suffisante, sur l'économie animale; répugnerait-il beaucoup d'admettre, en s'appuyant sur les expériences précédentes, qu'introduit dans le sang, il va s'opposer aux phénomènes ultérieurs d'endosmose ou d'exosmose qui se passent dans l'intimité des organes?

» Mais il ne faut pas perdre de vue qu'il peut exister une action spéciale

des molécules de la substance sur la fibre vivante; nous en sommes convaincu par les effets que produit, sur la colonne de mercure de l'hémodynamètre appliqué à une artère, l'injection de certains poisons dans le système veineux, et cela sans qu'on puisse invoquer, eu égard à leur instantanéité, dans l'interprétation des phénomènes observés, le concours de l'action nerveuse; dans ce cas il y a action spéciale de la substance sur la fibre musculaire du cœur. Dans d'autres cas, l'effet sur le cœur n'a lieu que consécutivement, par suite des modifications introduites dans les centres nerveux.

» Nous avons opposé au sérum les extraits alcooliques d'ellébore noir, de ciguë, de jusquiame, d'aconit, de belladone, unis respectivement à l'eau distillée dans le rapport de 1 à 5; toutes ces substances font naître le *courant* le plus intense du sérum vers les solutions d'extraits.

» Au contraire, le sulfate de quinine uni à l'eau distillée dans le rapport de 1 à 56; $0^{gr},15$ de nitrate de strychnine dissous dans 18 grammes d'eau distillée; l'eau de laurier-cerise, l'acide cyanhydrique au huitième, opposés au sérum dans un endosmomètre, donnent chacun le courant le plus considérable des solutions vers le sérum.

» Les expériences sur ces substances ne sont pas assez multipliées pour nous permettre d'en tirer quelques conséquences solides; il nous manque, pour la plupart, leur manière d'agir sur le cœur, sur les centres nerveux, et aussi leur influence sur la circulation capillaire.

» Dans un nouveau travail, nous essayerons de déterminer ces diverses actions; c'est, nous le croyons, une voie à l'aide de laquelle il sera peut-être permis d'espérer de soulever un coin du voile qui couvre l'action mystérieuse des médicaments. »

CHIRURGIE. — *Sur le pansement des plaies par occlusion.* (Extrait d'une Note de M. CHASSAIGNAC.)

(Commission nommée pour un Mémoire récent de M. Laugier sur le traitement des plaies au moyen du mucilage de gomme arabique et de la baudruche.)

« Depuis près de trois ans, j'ai mis en pratique dans divers hôpitaux, et notamment à Cochin, à Necker et à la Charité, un mode de pansement des plaies, que j'ai désigné sous le nom de *pansement par occlusion*.....

» *Mode de pansement.* — Une plaie récente avec ou sans fracture des os, une brûlure, une plaie d'amputation étant données, je construis sur la partie blessée une cuirasse avec le sparadrap de diachylum découpé en

bandelettes qui se recouvrent par imbrication. Cette sorte de tégument nouveau est enveloppé lui-même d'un linge enduit de cérat et criblé de trous, puis recouvert de charpie soutenue par des compresses et des bandes. Ce pansement doit rester en place huit à dix jours. Si l'abondance de la suppuration l'exige, on renouvelle les pièces extérieures du pansement jusqu'au linge cératé inclusivement, mais sans toucher à la cuirasse de sparadrap. Si elle s'affaiblit, on la soutient par l'addition de bandelettes supplémentaires, et l'on se borne à en laver la surface avec un liquide renfermant quelques gouttes d'eau-de-vie camphrée ou du jus de citron.

» Pendant les huit ou dix premiers jours, le moyen de surveiller assidûment l'état de la blessure dérobée aux yeux par la cuirasse emplastique consiste dans des pressions exploratives douces, exercées soit sur la plaie elle-même à travers l'appareil, soit sur le trajet des vaisseaux lymphatiques et sanguins, les gaînes des tendons, les grands cordons nerveux qui se trouvent dans le champ d'irradiation des parties blessées.

» S'il y a imminence d'accidents inflammatoires, une forte application de sangsues, faite à distance de la blessure ou dans son voisinage, sur les aboutissants lymphatiques et sanguins de la partie blessée, m'a constamment suffi jusqu'à présent pour faire avorter les accidents de l'inflammation.

» A la différence du mode de *pansement* de Baynton pour les vieux ulcères de jambe, le pansement que j'appelle par occlusion est appliqué indistinctement à toutes les plaies récentes, même à celles qui s'accompagnent de fractures et d'écrasement. A la différence du mode de traitement connu des chirurgiens sous le nom de *pansements rares,* on enlève avec soin les produits de suppuration en lavant aussi souvent que cela est nécessaire, à l'aide de liquides antiseptiques, l'extérieur de la cuirasse.

» Pour enlever cette cuirasse au bout du huitième ou dixième jour, on glisse au-dessous d'elle une sonde cannelée, dans la rainure de laquelle on conduit les ciseaux servant à diviser le sparadrap.

» Le double but du pansement par occlusion est donc : 1° *De tenir la surface de la plaie constamment recouverte ;* 2° *d'assurer aux produits de la plaie un libre écoulement.*

» Je vais indiquer les cas dans lesquels a été employé jusqu'ici le mode de pansement par occlusion.

» 1°. Des plaies avec fractures comminutives et écrasement de membres ou de portion de membre, car alors même que l'amputation est regardée comme inévitable, nous laissons la suppuration s'établir sous l'enveloppe emplastique avant d'amputer ; on se représente difficilement le degré de

bénignité que prennent des lésions traumatiques graves sous l'influence de cette occlusion : comme cas particuliers, je citerai des écrasements d'orteils, de doigts, de la main, de la jambe, etc.;

» 2°. Des plaies de tête avec dénudation et fracture du crâne;

» 3°. De larges plaies sans fractures, mais avec division des tendons et aponévroses, soit au pied, soit à la main;

» 4°. Des panaris de la gaîne, des tendons fléchisseurs des doigts après leur ouverture, soit spontanée, soit artificielle;

» 5°. Des piqûres anatomiques dont on connaît la gravité habituelle;

» 6°. Des plaies par morsures de chien ou de cheval;

» 7°. Des brûlures considérables par le feu ou par des caustiques;

» 8°. Des plaies d'amputation et de ligatures d'artère.

» Voici les avantages qui nous ont paru inhérents aux pansements par occlusion :

» 1°. Diminution immédiate de la douleur traumatique dans presque tous les cas;

» 2°. Absence de fièvre traumatique dans la plupart des cas;

» 3°. Diminution dans l'abondance de la suppuration : fait qui n'est pas à négliger au point de vue de l'épuisement du malade dans les grandes brûlures et dans les plaies très-étendues en surface;

» 4°. Suppression des irritations quotidiennes que déterminent les pansements ordinaires et des nombreux inconvénients de la mise à découvert des plaies;

» 5°. Rapidité beaucoup plus grande de la cicatrisation : rapidité due à l'amélioration des produits de suppuration, à l'amoindrissement de l'inflammation et surtout au nivellement des bords de la plaie avec sa surface;

» 6°. Remplacement avec avantage de divers moyens employés pour conjurer les accidents des plaies graves : irrigations froides, élévation permanente de température, applications médicamenteuses, etc.

» Les observations détaillées à l'appui des propositions ci-dessus seront réunies dans le travail que je dois soumettre incessamment au jugement de l'Académie.

» Je dois reconnaître que déjà en 1831, M. le professeur Velpeau, dans une Leçon publiée par la *Gazette des Hôpitaux* du 4 août, avait émis l'idée d'appliquer au traitement des plaies contuses le mode de pansement de Baynton. D'un autre côté, l'un de mes élèves a publié le 12 septembre 1843, dans le même Journal, une Leçon que j'ai faite à la Charité sur les principes du pansement par occlusion. J'aurais voulu soumettre encore à une expérience

de quelques années le traitement par occlusion, avant d'en faire connaître les résultats; mais le pansement des plaies ayant fait l'objet de communications récentes qui paraissent émaner des mêmes principes, je n'ai pas cru devoir garder plus longtemps le silence. Permettez-moi d'ajouter que, dans cette question, je me préoccupe beaucoup moins de la nouveauté du traitement dont il s'agit que de l'avantage qu'il y aurait à généraliser dans la pratique l'emploi d'un moyen qui m'a paru d'une utilité incontestable. »

CHIRURGIE. — *Réclamation de priorité adressée à l'occasion d'une Note récente de* M. Laugier, *sur une nouvelle méthode de traitement des plaies;* Note de M. **J. Guérin.**

(Commission nommée pour le Mémoire de M. Laugier.)

« Dès le mois de juillet 1839, dans le Mémoire même où j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie mes premières expériences sur les *plaies sous-cutanées,* j'avais explicitement établi comme conséquence et applications de mes recherches,

« 1°. Que le mécanisme de l'organisation des plaies sous-cutanées est le » même que celui de la réunion adhésive, le même que celui de la cicatri- » sation des plaies qui suppurent. La condition essentielle de cette cicatrisa- » tion, disais-je, est la même dans les trois ordres de plaies: la soustraction » de leur surface au contact de l'air; d'où la condition essentielle de la réu- » nion par première intention des plaies, l'absence du contact de l'air, et » l'indication pour l'obtenir, l'application hermétique de leurs surfaces et » l'occlusion permanente de leurs bords;

» 2°. Que les applications du phénomène de l'organisation immédiate des » plaies sous-cutanées sont de ramener toutes les plaies avec libre commu- » nication à l'air, aux conditions des plaies sous-cutanées (1). »

» Ces deux propositions sont textuellement extraites des conclusions de mon premier Mémoire sur les plaies sous-cutanées; dans le cours du Mémoire j'avais dit:

« La seconde conséquence qui résulte de la comparaison du phénomène » de la réunion immédiate avec ceux de l'organisation immédiate des plaies » sous-cutanées, c'est que la condition essentielle de cette réunion, de cette » organisation, est la même: c'est de soustraire exactement la surface des

---

(1) *Mémoire sur les plaies sous-cutanées; Gazette médicale,* 1840, p. 231; *Essais sur la méthode sous-cutanée,* 1841, p. 70.

» plaies à tout contact de l'air atmosphérique. Je ne m'arrêterai pas, disais-je,
» à indiquer les moyens de remplir cette indication; il me suffira, pour le
» moment, de l'établir comme condition capitale et certaine d'un résultat
» qui a préoccupé les chirurgiens depuis près de deux siècles (1). »

» Ces citations prouvent donc que, dès 1839, j'avais explicitement établi que les plaies extérieures pouvaient être ramenées aux conditions de cicatrisation immédiate des plaies sous-cutanées, en les affranchissant du contact de l'air.

» Depuis cette époque, je n'ai pas cessé dans mon enseignement, ma pratique et mes écrits, d'insister sur l'importance de cette application de mes idées. Différents ouvrages ou articles publiés depuis 1840 jusqu'à ce jour en font foi, témoin les passages suivants : « La cause essentielle, efficace, de
» l'inflammation suppurative dans les plaies sous-cutanées et toutes les *plaies*
» *ouvertes*, est bien la présence et l'action de l'air. En présence de cette
» doctrine, il sera possible de convertir *toutes* les plaies *ouvertes* en plaies
» sous-cutanées, et de leur procurer, comme à celles-ci, le bénéfice de la ci-
» catrisation sans inflammation suppurative. » (*Gazette médicale*, Influence de l'air sur les plaies sous-cutanées, 1843, p. 183.) Et cet autre passage :

« La cicatrisation des plaies sous-cutanées offre immédiatement le mode
» terminal de la cicatrisation des plaies extérieures : c'est la cicatrisation à
» l'air libre, moins ses préliminaires, moins l'inflammation suppurative. Or,
» la conséquence immédiate de cette idée, c'est qu'en soustrayant les plaies
» ordinaires aux influences qui retardent leur cicatrisation, en les ramenant
» à la condition des plaies sous-cutanées, on leur en procurera tous les avan-
» tages. » (*Programme des conférences sur la chirurgie sous-cutanée*, mai 1844, p. 13; et *Gazette médicale*, même année, p. 332.)

» En ce qui concerne la réalisation de ces idées, j'ai fait, dans ma pratique publique et privée, des expériences nombreuses sur le pansement des plaies, avec différentes espèces de membranes, d'appareils en baudruche, taffetas gommé, caoutchouc, dans le but d'enfermer les plaies découvertes pour les isoler, à l'aide d'une peau artificielle, du contact de l'air. J'ai traité par cette méthode des plaies récentes, des plaies suppurantes, des fractures compliquées, des ulcères, des brûlures, certaines maladies graves de la peau. Dès 1841, j'avais fait une série d'essais de ce genre, dans le service temporaire de M. le docteur Maisonneuve, à l'Hôtel-Dieu; toutes ces expériences

(1) *Gazette médicale*, 1840, p. 230; *Essais sur la méthode sous-cutanée*, 1841, p. 66.

sont de notoriété publique. Voici ce que j'imprimais à cet égard dès le mois de janvier 1842 : « Quant aux applications de ces principes, je m'y livre, » depuis plusieurs années, avec une persévérance digne du but auquel j'as- » pire, et plusieurs ont été faites publiquement dans mon service de l'hô- » pital des Enfants, et récemment encore à l'Hôtel-Dieu, pendant que le » docteur Maisonneuve remplaçait temporairement les chefs de service. Je » dirai, en passant, que l'appareil en baudruche que l'auteur du Mémoire a » pris la peine de décrire comme de son invention, est précisément celui que » j'emploie depuis longtemps, et que j'ai employé publiquement à l'Hôtel- » Dieu pendant plus d'un mois. Depuis lors, j'ai apporté à cet appareil des » perfectionnements propres à lui faire remplir plus exactement et plus sû- » rement les indications de la méthode. » (*Journal des Connaissances médico-chirurgicales,* janvier 1842, page 26.) On trouvera, dans d'autres écrits antérieurs ou postérieurs à cette date, plusieurs allusions très-explicites à mes expériences sur le pansement des plaies par occlusion hermétique de leur surface (1). Cette méthode, envisagée dans ses principes et dans ses applications, pouvait donc être considérée comme suffisamment établie, connue et indiquée.

» Cependant mon honorable confrère, M. Laugier, a communiqué, il y a quinze jours, à l'Académie, comme entièrement nouveau, le mode de pansement qui consiste à couvrir les plaies d'une peau de baudruche, dans le but de les soustraire au contact de l'air. Je n'ai pas à m'expliquer ici sur la valeur du procédé, de la manière particulière de faire de M. Laugier; je me borne à signaler l'identité complète qui existe entre les idées et la méthode qu'il a crues nouvelles et les idées et la méthode qui sont indiquées dans les passages de mes écrits reproduits plus haut. Et, pour ce qui concerne plus particulièrement et plus explicitement l'occlusion des plaies par des membranes faisant fonction de peau artificielle, voici l'extrait d'une Note cachetée dont l'Académie a bien voulu recevoir le dépôt le 31 août 1840, extrait dont je prie M. le Secrétaire perpétuel de vouloir bien vérifier l'exactitude en décachetant mon paquet du 31 août, mais en passant sous silence ce qui, dans la même Note, est relatif à d'autres expériences sur la cicatrisation des plaies.

« Je dépose aujourd'hui (31 août 1840) cette annexe à mon précédent pa-

---

(1) *Essai sur la méthode sous-cutanée,* 1841; Introduction, p. 1. — *Gazette médicale,* 1843, p. 182, 183; 1844, p. 330, 331, etc.

» quet cacheté, exprimant, comme résultat général de mes expériences, que
» les brûlures, les ulcères, les plaies enflammées et suppurantes sont, comme
» les *plaies simples*, puissamment modifiées dans le travail de cicatrisation,
» lorsqu'elles sont enfermées et soustraites au contact de l'air, soit par la sous-
» traction pure et simple de ce fluide et l'application hermétique d'une mem-
» brane qui isole les tissus de son contact, soit..... »

» Cette communication n'a pas seulement pour objet d'établir une priorité qui ne saurait être méconnue, mais d'annoncer à l'Académie de nouveaux perfectionnements et de nouvelles applications de ma méthode; en effet, j'ai non-seulement continué à traiter les plaies de toute nature par l'occlusion hermétique de leur surface, mais j'ai imaginé des moyens de rendre cette pratique beaucoup plus sûre et beaucoup plus efficace, surtout en ce qui concerne la cicatrisation immédiate des plaies récentes. Je serai prochainement en mesure de soumettre ces perfectionnements à l'examen de l'Académie. J'indiquerai la condition spéciale et le moyen particulier à l'aide desquels il est possible d'assurer aux plaies découvertes récentes les avantages des plaies sous-cutanées, c'est-à-dire de les faire cicatriser en les affranchissant, comme les plaies sous-cutanées, du travail de l'inflammation suppurative. J'ai indiqué, dans une nouvelle Note cachetée dont je prie l'Académie de vouloir bien accepter le dépôt, l'énoncé de la condition et du moyen dont je veux parler.

» Je ferai remarquer en terminant que, par ce but et ce résultat entièrement nouveaux, je me trouve dès aujourd'hui en complet désaccord d'idées et de moyens avec M. Laugier, sur le véritable caractère de l'inflammation suppurative. Pour lui, cette phase de la cicatrisation des plaies serait utile à la réunion des parties divisées et au produit de l'inflammation adhésive; pour moi, c'est un préliminaire inséparable des conditions ordinaires des plaies exposées à l'air, mais qu'il sera facile et très-avantageux de supprimer, à l'aide du pansement des plaies, par occlusion hermétique. Mais je dois ajouter que ce résultat ne saurait être obtenu à l'aide du pansement imparfait employé par M. Laugier. »

CHIRURGIE. — *Réponse de* M. LAUGIER *à la réclamation de priorité relative au nouveau mode de pansement qu'il a exposé dans sa Note du* 28 *octobre.*

(Commission précédemment nommée.)

« Lorsque j'ai connu, par le journal de M. J. Guérin, sa réclamation au sujet du pansement des plaies récentes ou suppurantes que j'ai proposé, j'ai cru

qu'il y avait de sa part une méprise, puisqu'il réclamait contre l'emploi d'une solution épaisse de gomme *élastique*, et que je fais usage de la gomme *arabique* et de la baudruche. Mais j'ai été doublement surpris en apprenant, de M. Maisonneuve lui-même, le chef du service dans lequel les essais de M. Guérin ont été faits il y a deux ans, que ces essais ont consisté dans l'application sur les plaies d'une bouteille de gomme élastique ou d'une vessie de baudruche, dans laquelle il faisait le vide pour soustraire les solutions de continuité au contact de l'air.

» Il n'y avait plus même alors de rapport entre cette ventouse en gomme élastique, et une solution de caoutchouc, s'il était venu à l'esprit de quelqu'un de faire d'une pareille solution un enduit pour les plaies. Sur quoi donc portait la réclamation de M. Guérin contre ma proposition? Comment a-t-il pu imprimer qu'il avait employé le même pansement que moi? comment le soutient-il encore aujourd'hui?

» La nature des substances qui servent au pansement n'étant plus en litige, serait-ce l'idée de soustraire les plaies au contact de l'air, idée très-ancienne et qu'on trouve partout, quoiqu'on varie d'opinion sur les résultats de ce contact? Je ne le pense pas, car je n'ai encore élevé sur ce point aucune théorie particulière, et je doute fort, avec Hunter et beaucoup de physiologistes modernes, que l'air soit *l'agent de la suppuration*, comme le croit et l'a imprimé M. Guérin. Toutefois, l'idée de soustraire les plaies à l'action de l'air étant un principe chirurgical connu, on pourrait différer ou se ressembler par le moyen de la réaliser.

» Or, je le demande, y a-t-il la moindre ressemblance entre l'abri tégumentaire que je réussis à donner aux plaies, et l'application d'une ventouse (fût-elle en baudruche), qui embrasse leur surface, moyen dont le résultat nécessaire et immédiat pour les plaies est l'écoulement du sang par le fait de la diminution de la pression de l'air?

» Je puis certifier qu'il reste moins d'air à la surface d'une plaie couverte de gomme arabique et de baudruche, qu'il n'en resterait dans le vide le plus complet d'une ventouse.

» Mais, en tout cas, quel rapport existait-il entre ce mode de pansement et les essais de M. J. Guérin, à l'Hôtel-Dieu? essais que lui-même d'ailleurs jugeait très-incertains et très-incomplets, ainsi que le fait connaître la réclamation qu'il a insérée dans son journal. »

PATHOLOGIE. — *Mémoire sur les produits cristallisés qui se trouvent aux foyers des productions pathologiques de l'homme; par* M. **Gunsbourg.**

(Commissaires, MM. Roux, Dufrénoy, Andral.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Description d'une locomotive construite sur un nouveau système; par* M. **Paltrineri.**

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Pouillet.)

« Ayant toujours été préoccupé de l'idée qu'il y aurait des grands avantages dynamiques si l'on pouvait obtenir de la puissance de la vapeur un mouvement circulaire immédiat et continu, et qu'une machine rotative à vapeur qui présenterait beaucoup de simplicité, très-peu de frottements, et qui conserverait et utiliserait la plus grande partie des forces vives du fluide, serait un véritable bienfait pour l'industrie, j'ai pensé qu'on pourrait approcher en quelque manière de ce résultat en utilisant la force d'action et de réaction dans le même temps, et j'ai imaginé, à cet effet, le mécanisme que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, mécanisme qui consiste simplement en deux ou plusieurs roues concentriques et indépendantes, de manière à pouvoir tourner librement dans un sens contraire l'une de l'autre, et placées toutes dans un même plan. La vapeur s'introduit dans ce système par l'axe de la roue intérieure, et sortant en jets continus ou intermittents par des petits orifices pratiqués à la circonférence extérieure dans la direction de la tangente, oblige cette roue à prendre un mouvement de rotation dans le sens de la réaction, et en même temps la force d'action, ou l'impulsion des jets, en rencontrant un obstacle continuel dans des aubes courbes dont est garnie la jante de la roue extérieure, force celle-ci à prendre autant de mouvement en sens contraire. Les deux roues marchent donc en sens opposé par les deux forces combinées de l'action et réaction dans le même temps, et la vapeur qui a produit cet effet sort par la circonférence extérieure de la seconde roue en prenant la direction de la tangente à cause de la courbure donnée aux aubes. Cette vapeur conserve toujours, à sa sortie, une force qu'on peut utiliser par une troisième roue, qui présenterait des aubes courbes disposées en sens contraire à celles de la seconde, et qui marcherait aussi en sens contraire, et ainsi de suite par d'autres roues jusqu'à extinction des forces.

» Il paraît, d'après cette disposition mécanique, que la force expansive de la vapeur pourrait être utilisée sans beaucoup de perte des forces vives,

parce qu'il n'y a jamais collision entre ces forces; et les effets dynamiques, quoiqu'ils soient produits dans des directions contraires, peuvent être obligés à conspirer au même but, comme je l'ai fait par un moyen très-simple et facile, dans le petit modèle que je présente. En effet, il n'y a pas de doute que des forces qui devraient naturellement s'entre-détruire vont au contraire, par ce système, se sommer et s'entr'aider au moyen de l'engrenage des deux roues sur un pignon commun, dont l'axe représente, de cette manière, l'arbre principal de la machine. Mon modèle, que j'ai fait appliquer pour un essai à une petite locomotive, n'est pour le moment que l'expression matérielle d'un principe, et par conséquent ne présente qu'une première application mécanique et même très-grossière de mon idée : une foule d'améliorations et de perfectionnements se sont présentés tout de suite à mon esprit; et d'abord les proportions et les formes, qui n'ont été pour ce modèle qu'arbitraires, doivent être réduites aux rapports plus convenables que la théorie et l'expérience pourront indiquer. L'idée et le jeu de la machine sont bientôt compris en la voyant; mais j'en donnerai, s'il le faut, une description détaillée, et j'expliquerai de mon mieux tous les moyens que je crois capables d'en améliorer les conditions. En attendant, je dirai que j'ai fait construire de petites chambres dans les jantes de la roue intérieure, afin que les jets de vapeur puissent partir d'un vase à parois minces d'une certaine forme et grandeur, et mon intention a été de profiter de la loi bien connue de l'augmentation des pressions vers le fond du vase en raison de sa forme et de sa grandeur, et d'utiliser ainsi une force de réaction beaucoup plus considérable, résultat que j'ai obtenu et vérifié par des expériences faites le plus exactement possible.

» Le modèle, tel qu'il est soumis à l'expérience, a donné les résultats suivants : les deux roues, mesurées séparément, ont donné un effet dynamique à peu près égal, et l'expérience a été faite en laissant tourner librement celle des deux roues qui n'était pas soumise à l'épreuve; cela annoncerait que l'impulsion du jet parvient à repousser l'obstacle qu'il rencontre dans les aubes de la roue extérieure sans avoir rien perdu de sa force, et par conséquent que, dans ce premier effet, l'action a encore une valeur égale à la réaction. Les deux roues ont été aussi mesurées séparément, en obligeant à rester fixe celle des deux qui n'était pas soumise à l'épreuve, et les résultats ont encore été, à peu de chose près, les mêmes que ceux de l'autre expérience, ce qui prouverait que l'effet dynamique donné par l'une ou l'autre des deux roues est tout à fait indépendant des effets de l'autre. Quand

on a fait engrener les deux roues sur le pignon commun (toutes circonstances égales d'ailleurs), et qu'on devait attendre un résultat dynamique qui égalât tout au plus la somme des effets donnés séparément par chacune des roues, j'ai eu le plaisir de voir que l'effet était beaucoup plus considérable, et qu'il atteignait même quelquefois presque le double de la somme. Les expériences ont été variées de beaucoup de manières; mais les résultats ont toujours été les mêmes, et si chaque roue donnait, par exemple, un effet dynamique égal à 1, l'effet des deux roues mesuré sur l'axe du pignon était toujours non-seulement égal à 2, nombre qui exprimerait la somme, mais à 3, 3 $\frac{1}{2}$ et même à 4, quand toutes les circonstances étaient favorables. D'où vient cette augmentation? Devra-t-on croire qu'elle dépend d'une diminution dans les résistances de frottement, à cause de la disposition mécanique des deux roues, qui engrènent en sens contraire sur un pignon, dont l'axe mathématique ne changerait pas de place? Cette explication ne paraît pas satisfaisante, parce que la valeur de cette résistance épargnée serait beaucoup trop petite en comparaison de l'augmentation qui arrive presque à présenter une force double. Est-ce que les deux roues engrenant dans un même pignon et servant de volant l'une à l'autre, s'aideraient réciproquement de manière à produire un tel résultat? Cette explication démontre bien comment les deux roues seront obligées de s'équilibrer et de prendre une vitesse uniforme; mais on ne voit pas, même par cela, de quelle source viendrait l'augmentation de la force. Est-ce que, enfin, il y aurait vraiment, par loi de la nature, un avantage dynamique en utilisant les forces par l'action et la réaction dans le même temps comme je l'avais pensé? Voilà une question que le phénomène dont je parle paraît résoudre pour l'affirmative, opinion que d'autres expériences paraissent concourir à démontrer comme véritable. Je crois même qu'il n'est pas difficile d'en faire une démonstration rigoureuse par l'analyse, parce qu'il semble évident que les deux points d'application de la résistance, en parcourant chacun un certain espace dans un temps identique, doivent en définitive donner leur effet dynamique avec une vitesse double; et comme les forces sont proportionnelles aux vitesses, l'effet dynamique serait, par conséquent, double aussi, et le phénomène dont il est question en offre un exemple. La vapeur étant un fluide élastique, et la force expansive étant une force constante qui réagit, pour ainsi dire, sur elle-même sans interruption de temps, voilà probablement pourquoi on a un résultat qui représente une valeur beaucoup plus grande que la somme.

» Mais ce serait un principe de la plus haute importance pour la mécanique, et par conséquent j'ose le soumettre au jugement de l'Académie, qui saura bien facilement en démontrer l'erreur, ou m'aider, dans le cas contraire, pour en mettre en plein jour la vérité et les conditions dans lesquelles il peut recevoir des applications. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un système de locomotion par l'air comprimé au moyen d'un laminoir-piston agissant sur un tube propulseur flexible;* Mémoire de M. **Andraud**. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« .... Le nouveau mode de locomotion par l'air comprimé, que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui au jugement de l'Académie, consiste dans l'emploi d'une sorte de *laminoir-piston* agissant à l'extérieur d'un tube propulseur flexible. Ce système, dans lequel l'air n'est employé qu'à de basses pressions, est en quelque sorte le complément des *locomotives à air* dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie, et qui ne peuvent fonctionner que sous des pressions élevées; d'ailleurs ces deux systèmes reposent également sur la doctrine des forces naturelles, recueillies et emmagasinées dans des réservoirs, doctrine à la propagation de laquelle je me suis entièrement dévoué.

» Je me borne, quant à présent, à mettre sous les yeux de l'Académie un petit modèle de chemin de fer desservi par le tube propulseur et le piston-laminoir; si, comme je l'espère, le Gouvernement veut bien continuer de m'accorder l'appui qu'il m'a prêté jusqu'à ce jour, j'aurai plus tard l'honneur de convier la Commission à des expériences en grand sur l'ensemble de mes travaux touchant l'air comprimé.

» Dans le petit modèle, les choses ne sont disposées que pour donner une idée du mode de propulsion; mais dans l'exécution sur le terrain, il faudrait admettre un ajustement tout différent pour répondre aux nécessités de l'exploitation. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Description d'un système de chemin de fer atmosphérique à double effet; par* M. **Laurenzana**.

(Commission nommée pour les Mémoires de MM. Hallette, Dembinski, etc.)

M. Ruaux soumet au jugement de l'Académie un *Projet de substitution de la force des chevaux à celle de la vapeur pour l'exploitation des chemins de fer et pour les transports par eau.*

(Commission des chemins de fer.)

M. Boulmier rappelle qu'il a, depuis un an, présenté deux Notes sur lesquelles il n'a pas encore été fait de Rapport, et qui sont relatives, l'une à un *nouveau propulseur pour les bateaux,* l'autre à un *appareil destiné à prévenir les chances de rupture des essieux des véhicules employés sur les chemins de fer.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

Une Note relative à la *construction des chaudières à vapeur,* parvenue sans nom d'auteur à l'Académie, ne peut, à raison de cette circonstance, être renvoyée à l'examen d'une Commission.

M. Guy, capitaine d'artillerie, soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : *Exposition de deux méthodes abrégées données par quelques auteurs modernes, pour trouver le quotient de la division, avec un certain degré d'approximation. — Preuve que ces deux méthodes sont défectueuses, et examen des causes qui peuvent porter l'erreur au delà de la limite prétendue. — Exposition et démonstration d'une méthode nouvelle, ayant la propriété de maintenir invariablement l'erreur dans une limite connue, et pouvant servir à trouver au besoin le quotient total lui-même.*

(Commissaires, MM. Cauchy, Binet.)

M. Artur adresse une Note ayant pour titre : *Explication des divers effets que produisent les différents corps, organisés ou non, sur les polysulfures d'hydrogène.*

Cette Note est renvoyée, conformément au désir exprimé par l'auteur, à l'examen de M. Pelouze.

M. Roche, en présentant au Concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon, un exemplaire de la quatrième édition des *Nouveaux Éléments de Médecine et de Chirurgie,* ouvrage qui lui est commun avec feu Sanson, adresse une indication sommaire de ce qui lui paraît neuf dans ce travail.

M. le **Président de l'Académie des Beaux-Arts** invite l'Académie des Sciences à désigner un de ses membres pour s'adjoindre à la Commission qui aura à faire un Rapport à M. le Ministre de l'Intérieur sur un *procédé imaginé par* M. **Delamare**, *pour hâter ou retarder à volonté la dessiccation de la peinture à l'huile.*

M. *Chevreul* est désigné à cet effet.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** écrit à l'Académie que les trois membres qu'elle a désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique ont été invités à assister à la première réunion de ce Conseil, qui aura lieu le 8 novembre 1844.

M. le **Directeur de l'Administration des Douanes** transmet le *Tableau général du Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères, pendant l'année* 1843.

M. **Dufrénoy** présente à l'Académie, de la part de **M. A. Delesse** et de M. **Damour**, les deux Mémoires de chimie minéralogique suivants :

Analyse de la Greenovite; par M. Delesse.

« Ce minéral, trouvé à Saint-Marcel en Piémont par M. Bertrand de Lom, a été décrit par M. Dufrénoy, qui en a fait connaître les caractères cristallographiques; l'analyse, faite par M. Cacarrié sur une trop petite quantité, présentait beaucoup d'incertitude; ce qui a engagé M. Delesse à reprendre ce travail. « J'ai trouvé effectivement, dit-il, que si la cristallisation donnait » une idée exacte de cette espèce, sa composition l'avait fait regarder, à » tort, comme un titanate de manganèse, tandis que c'est un silico-tita- » nate de chaux, analogue au sphène, ainsi qu'il résulte des analyses sui- » vantes:

	I.	Oxygène.	II.	Oxygène.	
Silice	29,80	15,48	30,40	15,79	2
Oxyde de titane	43,00	17,07	42,00	16,68	2
Chaux	23,60	6,33	24,30	6,83	1
Protoxyde de manganèse	2,90	0,65	3,80	0,85	
Protoxyde de fer, trace.					
	99,30		100,50		

Ces éléments sont assez bien représentés par la formule

$$(2\ddot{Si}\dot{R}^3 + \ddot{Ti}^2\dot{R}) + 3\ddot{Si}\ \ddot{Ti}^2.$$

Analyse de la Bornine du Brésil (tellurure de bismuth); par M. A. Damour.

» La Bornine, dont je présente l'analyse, est en feuilles micacées ayant l'éclat de l'acier poli, légèrement flexibles et très-tendres; chauffée sur le charbon, elle fond en s'entourant d'une auréole blanche et d'une auréole verdâtre, et finit par disparaître dans les pores du charbon.

» Dans le tube ouvert, elle fond à la première impression de la chaleur, dégage une odeur sulfureuse, puis des fumées blanches d'oxyde de tellure, et vers la fin de l'opération, une odeur prononcée de sélénium. Dans la partie supérieure du tube, on remarque un enduit blanc, surmonté d'une légère couche rouge brique, due à la condensation du sélénium. La partie inférieure du tube reste couverte d'un résidu jaunâtre d'oxyde de bismuth.

» L'acide nitrique la dissout très-facilement avec dégagement de gaz nitreux; analysée par ce moyen, la bornine du Brésil a donné les résultats suivants:

			Rapports.	
Soufre.....	3,15	156	186	3
Sélénium...	1,48	30		
Tellure.....	15,93		198	3
Bismuth....	79,15		594	8
	99,71			

» En prenant le nombre 1330,376 adopté par MM. Regnault et Rose pour le poids de l'atome du bismuth, et celui de 802,131 pour l'atome de tellure, les résultats qui précèdent pourraient s'exprimer par la formule

$$Bi^2S^2 + 3Bi^2Te.$$

Cette composition diffère notablement des résultats obtenus par MM. Berzelius et Werhle pour la bornine de Schemmitz, ainsi que ceux que la bornine de Deutsch-Pilsen a donnés à ce dernier chimiste.

» Ces différences pourraient peut-être conduire à adopter trois espèces de bornine; mais nous pensons plutôt que si le tellure et le bismuth peuvent se combiner en proportions exactes, ils peuvent aussi s'allier en quantités très-variables. Pour décider cette question délicate, et qui se représente pour beaucoup de minerais métalliques, il est nécessaire d'attendre que des cristaux de bornine permettent de réunir les deux caractères qui président à la

formation des espèces minérales ; savoir, la composition atomique et la forme cristalline. »

EMBRYOGÉNIE. — *Recherches sur la formation des organes de la circulation et du sang dans l'embryon du poulet ; par* MM. **Prevost** *et* **Lebert.**

Les auteurs croient pouvoir déduire de leurs recherches les conclusions suivantes :

« 1°. L'ovule de l'oiseau ne présente, dans sa première formation dans l'ovaire, que la vésicule germinative entourée d'un jaune granuleux, qui se transforme plus tard en globules de diverses espèces, et s'entoure d'une membrane d'enveloppe; le tout est contenu dans une capsule vasculaire. Le jaune augmente de volume chez l'oiseau en bien plus forte proportion que dans les autres classes d'animaux vertébrés. La cicatricule reste très-petite, par rapport à l'embryotrophe.

» 2°. L'œuf apte à la fécondation est composé, outre ses parties extérieures et protectrices, du jaune et de la cicatricule, l'un et l'autre renfermés dans une membrane commune, très-fine. Le jaune est composé de granules moléculaires de $0^{mm},001$ à $0^{mm},002$, de vésicules graisseuses de $0^{mm},005$ à $0^{mm},02$, et de grands globules de $0^{mm},02$ à $0^{mm},06$. Il renferme de plus une huile particulière.

» 3°. Le jaune de l'œuf, après la coction, semble, sous le microscope, être composé de corps cristalloïdes, qui ne sont autre chose que des grands globules déformés. Par la coction, la cicatricule devient violette.

» 4°. La cicatricule non fécondée est composée de granules moléculaires, de petites vésicules graisseuses, d'agminations de ces deux éléments, de globules agminés de $0^{mm},02$ à $0^{mm},04$, de globules granuleux de $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$, et de globules gélatiniformes graisseux de $0^{mm},005$ à $0^{mm},02$.

» L'existence d'une vésicule, qui répondrait plus tard à l'aire embryonale, n'a pas pu être directement démontrée.

» 5°. La cavité centrale de l'œuf sert d'intermédiaire pour la transformation des éléments du jaune en éléments de la cicatricule.

» 6°. La formation des cellules de la cicatricule se fait par confluence périphérique et condensation en membrane d'enveloppe de la surface des agminations des granules et des vésicules, ou de l'un et de l'autre. Ce n'est nullement une formation de cellules autour de noyaux préformés.

» 7°. Le trait embryonal n'est probablement autre chose qu'un vide médian, limité des deux côtés par des bandes saillantes, les lames vertébrales.

Plus tard, le vide médian est remplacé par une gouttière, et ensuite par un canal médian; cependant des recherches ultérieures sont nécessaires pour que la science puisse prononcer le dernier mot sur ce point important.

» 8°. Un des premiers effets de la fécondation est la formation des globules organo-plastiques très-analogues à ceux que nous avons signalés pour l'embryon des Batraciens.

» 9°. Ils constituent la base de tous les organes, depuis la douzième heure de l'incubation jusqu'au sixième jour, époque à laquelle les divers tissus commencent à se différencier. Ils ont en moyenne $0^{mm},0125$, renfermant un noyau de $0^{mm},006$ à $0^{mm},0075$, qui contient un à deux granules de $0^{mm},002$ à $0^{mm},0025$.

» 10°. Pendant les premiers jours de l'incubation, la cicatricule est composée, en procédant de dedans en dehors, de l'aire embryonale, de l'aire hémoplastique et de l'aire vitelline, et en procédant de haut en bas, du feuillet supérieur, animal ou séreux, du feuillet inférieur, végétatif ou muqueux (ces deux feuillets appartenant à l'aire embryonale), et entre deux, du feuillet angioplastique dont le centre dans l'aire embryonale est le cœur, et la circonférence dans l'aire hémoplastique est formée par le vaisseau terminal. Les globules de l'aire hémoplastique en recouvrent les parties qui se trouvent en dehors de l'aire embryonale.

» 11°. Le cœur, dans ses premiers rudiments, comme canal ouvert des deux côtés, paraît vers la vingt-quatrième heure de l'incubation.

» 12°. L'auricule est formée la première; vient ensuite un des ventricules, et puis le bulbe de l'aorte. Le cœur se recourbe à mesure qu'il se développe, n'ayant pas assez d'espace pour se développer dans le sens vertical.

» 13°. Le cœur est, dès le principe, en communication directe avec le système vasculaire.

» 14°. Les premières contractions du cœur se montrent à trente-six heures; ce sont plutôt des mouvements oscillatoires et comme péristaltiques, que de véritables contractions rhythmiques, qu'on ne voit que depuis la trente-neuvième heure.

» 15°. Le développement de la partie ventriculaire du cœur, plus considérable que celui de l'auricule, est la cause de la forte saillie latérale du cœur dans la deuxième moitié du second jour.

» 16°. Vers la fin du deuxième jour, la pointe du cœur devient bien visible, le bord externe de la partie ventriculaire s'étant allongé, tandis que l'interne s'est raccourci.

» 17°. Le ventricule droit paraît, d'après nos recherches les plus récentes,

déjà entre la trente-sixième et la quarantième heure. Dans nos recherches antérieures nous n'en avions signalé l'existence que vers la soixantième heure. A quarante heures, le cœur commence déjà à se tordre comme un intestin, et se prépare le mouvement de torsion en 8 de chiffre, qu'il va exécuter plus tard. La partition des deux ventricules se fait, et bientôt après on peut considérer cet organe, au moins sa partie ventriculaire, comme deux boyaux soudés l'un à l'autre, séparés par une cloison transversale, communiquant en bas par les auricules, en haut par la jonction de l'aorte avec l'artère pulmonaire.

» 18°. A quarante-huit heures, le cœur s'est tordu de droite à gauche; les auricules présentent encore en bas leur face postérieure, en avant elles ne se sont pas encore relevées en se détordant; la partition du cœur est bien déterminée. A soixante heures, le col des auricules va se raccourcir, les ventricules se dilatent, et de soixante-douze à cent heures, les ventricules s'enflent et forment deux poches appliquées l'une à l'autre; le droit est l'antérieur; le gauche, plus volumineux, forme la partie postérieure et la pointe, étant descendu au-dessous du droit.

» 19°. A la fin du quatrième jour, les cavités du cœur ont pris la forme qu'elles doivent garder, le cœur occupe une position verticale la pointe tournée en bas; dans l'intérieur du cœur on reconnaît les valvules, le trou ovale se voit déjà pendant le troisième jour. Pendant les mouvements circulatoires, les artères aorte et pulmonaires, en se dilatant, paraissent former à leur base une seule boule, que l'on confondrait facilement avec le bulbe battant, se contractant et se dilatant.

» 20°. La substance musculaire du cœur commence à exercer pleinement ses fonctions longtemps avant que les éléments qui la composent soient bien développés.

» 21°. La contraction, pendant ce temps, appartient à toute la masse charnue, et ne consiste pas dans un mouvement de rapprochement ou d'éloignement des globules et autres éléments.

» 22°. L'observation directe n'a pas encore démontré que les contractions du cœur pendant les premiers jours du développement, dépendent de l'influence motrice du système nerveux et de l'action excitante du sang. La substance musculaire y paraît posséder, dans le principe, une force particulière de contractilité et de dilatabilité.

» 23°. Le péricarde paraît dès la quarante-deuxième heure, se développant d'après les mêmes lois que le tissu fibreux en général.

» 24°. La substance du cœur est d'abord composée de globules organo-

plastiques, cimentés ensemble par une substance intercellulaire. Ensuite, une partie des globules perdent leurs parois d'enveloppe : on voit des éléments plastiques fusiformes. Plus tard, on remarque quelques cylindres musculaires, granuleux dans leur intérieur. Ce n'est que pendant le sixième jour qu'on y reconnaît les fibres primitives; mais pendant longtemps encore, les éléments globuleux restent mêlés avec les faisceaux musculaires.

» 25°. Les vaisseaux se forment dans un feuillet particulier, le feuillet angioplastique, dont le cœur est le centre et le vaisseau terminal la limite périphérique.

» 26°. Les vaisseaux s'y forment par décollement de ses lamelles, au moyen du sang, dont les éléments y sont portés par absorption.

» 27°. Les premières anastomoses s'opèrent par des décollements latéraux en forme d'éperons, qui finissent par se rencontrer et par former de nouveaux canaux.

» 28°. A mesure que les vaisseaux se développent et deviennent plus nombreux, la différence entre les gros troncs vasculaires et les capillaires devient plus tranchée.

» 29°. Le vaisseau terminal, en activité depuis la trente-neuvième heure, disparaît le quatrième jour, lorsque les cavités du cœur ont pris leur forme permanente.

» 30°. Le sang est formé dans l'aire hémoplastique, dont les globules fournis sont les matériaux du feuillet angioplastique, qui les absorbe par un travail endosmotique.

» 31°. Les matériaux du sang, dans le premier rudiment de vaisseaux, sont d'abord homogènes et incolores. Les globules ne paraissent que vers la trente-quatrième heure de l'incubation, ronds et incolores, de $0^{mm},008$ à $0^{mm},012$, et déjà différents de toute autre espèce de globules.

» 32°. Ils se forment, dès le principe, de toutes pièces, et nullement autour d'un noyau préformé.

» 33°. Les premiers globules du sang paraissent à la périphérie du feuillet angioplastique.

» 34°. Le sang ne devient rougeâtre qu'au moment où la circulation est bien établie. La coloration du sang dépend de l'augmentation du nombre des globules et de la matière colorante qui s'est développée dans leur intérieur.

» 35°. Les globules du sang commencent déjà à être ovalaires vers la fin du deuxième jour; mais ils ne le deviennent généralement qu'après le déve-

loppement plus complet du cœur, et après l'apparition du foie, à la fin du quatrième jour.

» 36°. On rencontre quelquefois dans les globules sanguins deux noyaux, et parfois dans ces derniers un à deux granules. Exceptionnellement on y voit aussi des granules moléculaires entre l'enveloppe cellulaire et le noyau, phénomène analogue à celui qu'on observe dans le sang des embryons des batraciens.

» 37°. On peut se convaincre que la matière colorante du sang est renfermée entre l'enveloppe des globules et le noyau.

» 38°. Vers la fin de la première évolution du sang, on y voit, outre les globules ronds et elliptiques, beaucoup de granules moléculaires et de petits globules presque incolores de $0^{mm},0056$ à $0^{mm},0085$, contenant généralement un noyau. »

ZOOLOGIE. — *Note sur les anthéridies et les spores de quelques* Fucus; *par* **MM. J. Decaisne** *et* **Gustave Thuret**.

« L'existence des sexes dans les Algues ayant été admise, selon nous, au commencement du dernier siècle, d'après des observations incomplètes, nous nous sommes rendus sur les côtes de la Manche, dans le but d'éclaircir ce point obscur de la science.

» Divers faits nouveaux s'étant présentés à nous durant le cours de nos observations, nous croyons devoir indiquer très-succinctement aujourd'hui les principaux résultats de nos recherches.

» Notre examen a eu surtout pour objet les *Fucus serratus, vesiculosus, nodosus* et *canaliculatus*.

» Les deux premiers nous ont paru dioïques; les deux autres, monoïques. Les conceptacles, dans les individus mâles, sont remplis de filaments articulés qui portent de nombreuses anthéridies sous forme de vésicules contenant des granules rouges. Ces anthéridies sont expulsées par l'orifice des conceptacles; si on les examine au microscope, on verra sortir par une de leurs extrémités des corpuscules transparents à peu près pyriformes, renfermant chacun un seul globule rouge; chacun de ces corpuscules est muni de deux cils très-ténus, au moyen desquels il se meut avec une extrême vivacité.

» L'analogie de ces corpuscules, avec ce que l'on a nommé les animalcules spermatiques des Chara, des Mousses et des Hépatiques, est fort remarquable. Dans les Chara, comme dans les Mousses, dans les *Marchantia*, le *Targionia*, les Jungermannes, l'un de nous a constaté la présence des deux cils

locomoteurs, insérés vers l'extrémité d'un corps filiforme ordinairement roulé en tire-bouchon.

» D'après ces observations, d'après la promptitude avec laquelle les corpuscules des *Fucus* se décomposent et vont former, au fond du vase où on les a mis, une couche de granules inertes, qui bientôt disparaissent complétement, nous croyons ne pas nous tromper en regardant les vésicules qui les renferment comme analogues aux anthéridies des autres cryptogames, et nous ne saurions admettre l'opinion qui attribuerait à ces vésicules les fonctions de sporanges, aux corpuscules celles de spores.

» Chaque spore des *Fucus* dioïques est simple, ovale ou pyriforme, revêtue d'une membrane ciliée semblable à celle du *Vaucheria*, mais jamais nous n'y avons remarqué de mouvement.

» Après leur sortie des conceptacles, les spores présentent un phénomène extrêmement curieux. D'abord simples, comme nous l'avons dit, et parfaitement indivises, elles se partagent plus tard en huit sporules qui s'isolent peu à peu, deviennent régulièrement sphériques, et commencent enfin chacune à germer.

» Dans les *Fucus nodosus* et *canaliculatus*, les conceptacles renferment à la fois des spores et des anthéridies.

» Dans le premier la spore, revêtue d'une membrane ciliée, se partage en quatre sporules, ainsi que l'ont déjà observé MM. Crouan; mais, comme dans les deux espèces précédentes, elle est simple dans le conceptacle.

» Les spores du *Fucus canaliculatus* offrent une structure fort remarquable : la membrane ciliée qui les recouvre présente des plis très-fins et très-rapprochés, qui disparaissent peu après que la spore est tombée au fond de l'eau, et qui permettent à cette membrane de se distendre et de former autour des spores un large limbe transparent. Ces spores se partagent en deux sporules.

» D'après les observations qui précèdent, nous croyons pouvoir conclure :

» Que les Fucus de nos côtes renferment des espèces dioïques et d'autres monoïques;

» Que les spores des Fucacées, si simples qu'elles soient dans le principe, suivent dans leur division le nombre 2 ou un de ses multiples ;

» Que dans l'état actuel de la science, ces caractères de fructification, venant s'ajouter à ceux de la végétation, motivent l'établissement de trois genres distincts :

» FUCUS (*F. serratus, vesiculosus*, etc.);

» OZOTHALIA *vulgaris* (*F. nodosus*);

» PELVETIA *canaliculata* (*F. canaliculatus*). »

ASTRONOMIE. — *De la latitude de la Lune; par* M. SÉDILLOT.

« On sait que l'orbite de la Lune est inclinée sur l'écliptique, en moyenne, d'environ 5° 8'. Jusqu'au commencement du XVIIe siècle, si l'on en croit les historiens de la science astronomique, on avait supposé cette inclinaison constante et toujours de 5 degrés. « Ptolémée, Albategni, Alfonse, dit Lalande » (t. II, p. 190), ont été suivis en cela par Copernic, avec trop de confiance, » comme dans plusieurs autres occasions. » Ce fut Tycho-Brahé qui, le premier, s'écarta des traditions anciennes; *après avoir découvert* la troisième inégalité lunaire, il remarqua que les limites de la plus grande latitude de la Lune n'étaient pas constamment les mêmes, et les trouva tantôt de 4° 58' 30", tantôt de 5° 17' 30" (en moyenne, de 5° 8').

» M. Biot, jugeant les Grecs et les Arabes, dans le cahier d'octobre du *Journal des Savants* (p. 610), établit que Hipparque et Ptolémée n'aperçurent pas les variations de l'inclinaison de l'orbite lunaire, non plus que les oscillations périodiques des nœuds; et il ajoute, à l'exemple de Lalande:

« Leur existence est restée pareillement inconnue *aux Arabes*, aux rédac-» teurs des Tables alfonsines et à Copernic. Tycho, le premier, les découvrit; » ce qui prouve qu'*antérieurement* à cet astronome infatigable, on avait ob-» servé la Lune, hors des syzygies, avec trop peu de suite ou avec trop » peu d'exactitude pour y constater *ces diverses inégalités*, à plus forte » raison, d'*autres moins sensibles*, qui sont mêlées avec elles. »

» Cependant les manuscrits arabes nous apprennent que, dès le IXe siècle de l'ère chrétienne, les astronomes de l'école de Bagdad avaient remarqué les erreurs de leurs devanciers sur la détermination de la latitude de la Lune. Habasch, en 829, la faisait de 4° 46'; Aboul Abbas al Fadhl ben Hatem al Naiziri, ou plutôt al Tebrizi (Ms. arabe, n° 1112, fol. 184), avait donné deux Tables, l'une selon Ptolémée, l'autre selon ce que disait Habasch des auteurs de la Table vérifiée; enfin Aboul Hassan Ali ben Amajour écrivait, vers 918, qu'il avait mesuré la latitude de la Lune un grand nombre de fois, et qu'elle lui avait paru, la plupart du temps, plus considérable que ne l'avaient pensé Hipparque et Ptolémée, ajoutant : « J'ai trouvé *en elle* des différences ma-» nifestes. »

» La théorie des Grecs se trouvait ainsi renversée, et les successeurs d'Ali ben Amajour ont pu vérifier ses hypothèses par de nouvelles observations. Un passage important d'Ebn-Jounis, qui a été connu de Delambre (1), con-

(1) *Histoire de l'Astronomie au moyen âge*, p. 138 et suiv.

state ces premiers essais des astronomes de Bagdad, et élève la limite de l'inclinaison de 4° 46′ à 5° 3′ = 17′ ; mais il ne paraît pas avoir encore pris rang dans la science, puisque M. Biot n'en tient aucun compte. Voici le texte de ce passage, extrait du Ms. n° 1112 de la Bibliothèque royale; il n'indique pas qu'Ebn-Jounis ait tiré grand parti des travaux de ses devanciers, mais il nous montre les Arabes dans une voie de découvertes que l'avenir ne pouvait manquer de développer. (Voici la traduction. Nous supprimons le texte.)

« *De la plus grande latitude ou latitude totale de la Lune.* — On nomme ainsi la distance du centre de la Lune à l'orbite homocentrique au zodiaque (sphère des Signes), mesurée sur un grand cercle qui passe par les limites boréale et australe, et en même temps par les deux pôles de l'orbite inclinée. Nos devanciers diffèrent entre eux sur son évaluation. Hipparque et Ptolémée ont pensé l'un et l'autre que la plus grande latitude de la Lune est de 5 degrés ; les Persans ont dit qu'elle ne s'élève qu'à 4° 30′. Ahmed ben Abdallah, surnommé Habasch, rapporte que les auteurs de la Table vérifiée l'ont trouvée, par l'observation du Schemasiah, de 4° 46′; Aboul-Abbas al Fadhl ben Hatem al Tebrizi dit que, l'ayant calculée d'après les observations de Ahmed et Mohammed, fils de Mousa ben Schaker, il l'a trouvée de 4° 45′; ce qui se rapproche beaucoup de l'évaluation donnée par Ahmed ben Abdallah, d'après les auteurs de la Table vérifiée; mais un autre dit qu'ils l'ont trouvée de 4° 58′. Abou Abdallah Mohammed ben Djaber ben Senan al Battani (Albategni) rapporte dans ses Tables qu'il l'a mesurée et trouvée de 5 degrés, comme Hipparque et comme Ptolémée. Aboul Hassan Ali ben Amajour dit qu'il l'a mesurée un grand nombre de fois et qu'elle lui a souvent paru plus considérable que ne l'ont pensé Hipparque et Ptolémée; il ajoute : Et j'ai trouvé en elle des différences manifestes. Quant à moi, Aboul Hassan Ali ben Abderrahman ben Ahmed ben Jounis ben Abd-al-Aala, je l'ai mesurée moi-même plusieurs fois et je l'ai trouvée de 5° 3′ ou de 5° 8′. Mais l'assertion de Ahmed ben Abdallah sur la détermination des auteurs de la Table vérifiée est infirmée par Aboul Thyb Send (Ms. Seid) ben Ali, qui a été présent aux deux observations faites à Bagdad et à Damas. Les Tables portent 5 degrés, et si, par l'observation, il eût trouvé 4° 46′, ou que ceux qui observaient en sa présence eussent trouvé la même quantité pour la plus grande latitude de la Lune, il s'ensuivrait qu'il ne l'aurait pas donnée dans ses Tables (telle qu'elle aurait été observée), comme il y a donné les moyens mouvements déterminés par les auteurs de la Table vérifiée; mais sur ces moyens mouvements il est d'accord avec Iahia ben Abi Mansour ; on peut donc adopter la latitude qu'il indique. Aboul Abbas al Fadhl ben Hatem al Tebrizi a donné dans ses Tables astronomiques deux Tables particulières pour la latitude de la

Lune : l'une selon Hipparque et Ptolémée, l'autre selon ce que dit Habasch des auteurs de la Table vérifiée. S'il avait eu confiance dans ce qu'on rapportait des auteurs de la Table vérifiée, il n'aurait donné la latitude que comme ils l'ont trouvée, ainsi qu'il a fait pour les moyens mouvements; mais j'ai moi-même plus de confiance dans mes propres observations. »

M. Sédillot adresse, en outre, un Mémoire ayant pour titre : *Nouvelles observations concernant la découverte de la variation par les Arabes; précédées de considérations sur les services que ce peuple a rendus à l'Astronomie.*

Ayant vu, dans les *Comptes rendus*, une Note de M. Biot qui déclare que les Arabes n'ont pas connu la variation, et que le véritable auteur de la découverte de cette inégalité lunaire est Tycho, M. Sédillot a cru devoir communiquer à l'Académie ce nouveau travail dans lequel il combat les arguments sur lesquels M. Biot s'est appuyé. M. Sédillot annonce que le but du nouveau Mémoire est bien moins d'établir, quant à présent, d'une manière rigoureuse, la vérité de sa première opinion, que de montrer que M. Biot ne l'a pas complétement renversée.

D'après les précédents relatifs à cette discussion, l'Académie n'a pas nommé de Commissaires.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur un appareil destiné à mesurer la force effective des machines à vapeur employées comme moteur dans la navigation; par* M. Daniel Colladon.

« Lorsque j'ai soumis au jugement de l'Académie ma nouvelle méthode, basée sur le relèvement des palettes combiné avec la mesure de la traction horizontale du bateau, pour obtenir, par des expériences faciles et sans danger pour le navire, la force effective des moteurs à vapeur et la résistance absolue ou comparative des carènes, MM. Coriolis, Poncelet et Piobert, rapporteurs sur mon travail, insistèrent sur l'utilité pratique de cette méthode pour les progrès de la marine à vapeur, et la recommandèrent d'une manière très-spéciale à l'attention de M. le Ministre de la Marine.

» Depuis lors j'ai ajouté à ces recherches et simplifié les expériences par l'invention d'un instrument que j'ai appelé *balance dynamométrique des forces horizontales*.

» J'ai présenté, il y a un peu plus d'un an, cet appareil au jugement de l'Amirauté anglaise, et, au bout de six semaines, employées à discuter les bases d'un traité et à soumettre ma méthode et mon appareil au jugement

de trois Commissions différentes et successives, mon instrument a reçu l'approbation de ces trois Commissions, et j'ai obtenu une commande pour en établir un à poste fixe dans le dock des bateaux à vapeur du gouvernement, à Woolwich, près du grand bassin de stationnement appelé *bassin du roi William*. En considération de divers travaux commencés ou à faire près de ce dock, et par suite aussi de l'époque de mes Cours à l'Académie de Genève, l'appareil ne devait être établi que dans l'automne de l'année 1844.

» Cet instrument est maintenant terminé; *conformément à la demande des lords de l'Amirauté, il est capable de mesurer la force de tous les bateaux à vapeur à roue d'une force quelconque, jusqu'à mille chevaux de pouvoir effectif*, et il sera prochainement employé à mesurer la force réalisée par les puissants moteurs de six cents à huit cents chevaux environ, que construisent, pour le gouvernement, MM. Maudslay et Field, Miller Seaward, George Rennie, Fairbairn, etc.

» Mon appareil a été essayé pour la première fois le 18 courant, en présence de MM. Lloyd et Murray, inspecteurs du département des bateaux à vapeur, et d'autres ingénieurs royaux et ingénieurs constructeurs.

» Cette expérience n'était qu'un essai provisoire destiné à exposer la méthode d'expérience, à démontrer combien elle est sûre et facile en pratique, et à prouver l'extrême sensibilité de l'appareil. Ce premier essai a obtenu l'entière approbation des personnes chargées de le diriger, et il a été jugé suffisant pour l'adoption définitive de l'instrument pour l'usage de la marine à vapeur du gouvernement.

» L'Académie me permettra sans doute d'exposer en peu de mots comment étaient composées les Commissions qui ont eu à examiner ma méthode et mes appareils, et d'insister sur l'urbanité extrême et la promptitude remarquable avec laquelle mon invention a été discutée et approuvée par les Commissaires nommés pour l'examiner, et par le Conseil supérieur des lords de l'Amirauté.

» Cette promptitude et ces égards méritent d'être signalés à l'estime et à la reconnaissance des hommes de science et des inventeurs, pour lesquels le temps est une chose précieuse, et qui, lorsqu'il s'agit pour eux de faire admettre des innovations utiles, sont si souvent éconduits ou rebutés par les lenteurs interminables de quelques corps administratifs.

» La première Commission, chargée d'examiner mon invention, était composée de *sir Ed. Parry* (le célèbre navigateur), chef du département des bateaux à vapeur, et de MM. *Lloyd* et *Murray*, ingénieurs, inspecteurs du même département. Leur rapport ayant été favorable, le Conseil de

l'Amirauté a nommé une seconde Commission composée de trois constructeurs célèbres, qui ont construit plusieurs grandes machines marines pour le gouvernement; M. *Field*, ingénieur de la maison Maudslay, et membre de la Société royale; M. *William Fairbairn*, bien connu par ses études sur la construction des bateaux à vapeur, et M. *Samuel Seaward*, qui a construit la belle machine de huit cents chevaux, à deux cylindres et à action directe, de *la Pénélope*. Ces trois ingénieurs ont étudié avec attention la construction de mon appareil, et les données sur lesquelles est basé mon procédé de mesure, et ils ont conclu à l'unanimité en faveur de cette méthode, qu'ils ont jugée parfaitement sûre et bonne en pratique, et éminemment utile pour apprécier le mérite relatif des machines de différents systèmes, indépendamment de la forme des carènes, ainsi que pour obtenir des valeurs de la résistance spécifique des carènes pendant leur mouvement dans l'eau.

» La troisième Commission n'a eu à discuter que le lieu le plus convenable pour le placement à poste fixe de l'appareil, et le système de fondation que j'avais proposé pour la base de la balance à force horizontale.

» En moins de six semaines, toutes les formalités préliminaires, les trois rapports successifs et la discussion des articles du traité relatifs à mes engagements et à la somme à me payer, ont été terminés et la commande décidée. La plupart de mes lettres ont été répondues à un ou deux jours de distance; et cependant les ingénieurs de l'Amirauté, peu nombreux, sont surchargés de travail, et chaque année on leur présente plusieurs centaines d'inventions.

» L'appareil que j'ai fait établir à Woolwich n'a pas encore été décrit. Il se compose principalement d'une combinaison de leviers disposés de telle sorte que la force de traction horizontale du câble, provenant de la traction du navire, se transmet seule à l'appareil indicateur, et que, quel que soit le poids du câble d'attache ou la direction plus ou moins inclinée de ce câble à son point de départ du côté de l'instrument, l'indication reste constante si a force d'impulsion des palettes ne varie pas.

» Ainsi, par exemple, pendant une expérience d'essai, on peut suspendre un poids considérable au câble de retenue, on peut l'allonger ou le raccourcir, on peut même changer le niveau de l'eau du bassin sur lequel flotte le navire, et si la vitesse des roues n'a pas changé, l'instrument donne rigoureusement la même indication de traction, avant et après ces changements.

» De plus, l'appareil se dispose de lui-même dès que la puissance commence à agir dans la direction horizontale de la ligne de traction; cette posi-

tion est toujours dans les conditions d'un équilibre stable. Lors même que la position du navire changerait pendant l'essai, l'appareil qui fait fonction de balance à levier conserve une sensibilité suffisante pour accuser des différences de traction d'un dix-millième.

» Quoique les nombreux détails qui concourent à ces avantages principaux ne puissent être entièrement appréciés et compris que par l'inspection d'un plan, j'essayerai cependant d'en donner une description sommaire : La base sur laquelle tout l'appareil peseur est fixé et peut se mouvoir dans un plan horizontal, se compose d'une colonne en fer forgé d'environ 35 centimètres de diamètre; cette colonne est placée verticalement à peu de distance d'un bassin, et elle est maintenue par des fondations très-solides en fer et en béton. Sur la partie supérieure de cette colonne repose un support tournant, ou espèce de moyeu destiné à porter toutes les pièces de la balance à force horizontale.

» Cette balance se compose d'abord d'un levier en équerre, à bras inégaux; la longueur de ces bras est déterminée par trois couteaux; le plus long bras est horizontal, l'autre est vertical. C'est le couteau intermédiaire qui détermine l'axe autour duquel tourne le levier. A l'extrémité du levier horizontal est suspendu un plateau de balance avec des poids, tandis que le couteau supérieur résiste à la force horizontale de traction du câble.

» Le câble ne tire pas directement sur le tranchant du couteau supérieur. Sa force de traction s'exerce sur un crochet suspendu près du centre de figure d'un cadre horizontal qui sert de communicateur de traction intermédiaire entre le câble et le couteau supérieur du levier.

» Le cadre horizontal est soutenu dans cette position par quatre tiges verticales munies, à chacune de leurs extrémités, de suspensions à couteaux. Ces tiges aboutissent près des angles du cadre, et elles sont suspendues à deux montants, ou potences en fer fondu, fixés sur le moyeu.

» La fonction de ces quatre tiges verticales, parfaitement mobiles, est de résister à l'action des composantes verticales qui proviennent du poids du câble d'amarre, ou de sa direction inclinée sur un plan de niveau; par conséquent, le bras vertical du levier n'est plus sollicité que par les seules composantes horizontales qui ont la même valeur pour tous les points du câble d'attache, quelle que soit sa courbure, et qui sont égales et de signe contraire à la force de réaction horizontale produite par le mouvement des palettes.

» J'ai déjà insisté précédemment sur une circonstance très-remarquable dans ce genre d'expériences : c'est que, lorsque les palettes ont été relevées et qu'elles plongent toutes également dans le liquide, leur action intermittente

ne produit pas cependant de vacillations sur l'appareil peseur. Ce résultat est dû à la masse considérable du navire qui est interposée entre les palettes et le câble d'amarre, et qui, en emmagasinant les variations de la force motrice des palettes, fait l'office d'un énorme volant et régularise la traction finale sur le câble.

» C'est cette interposition de la masse du navire qui permet d'employer un appareil de balance à couteaux et à poids, en n'employant qu'un dynamomètre à ressort très-délicat pour compenser les faibles variations que produit l'inégalité du chauffage ou le système imparfait et intermittent du graissage des machines.

» C'est un spectacle curieux que cette espèce de lutte qui s'établit pendant ces essais, entre l'action répétée et énergique des palettes d'un puissant navire à vapeur, et la résistance calme et uniforme de mon appareil de balance qui mesure la valeur de l'impulsion à un demi-kilogramme près. »

MÉDECINE. — *Recherches expérimentales concernant l'influence de la fréquence des mouvements respiratoires sur l'exhalation de l'acide carbonique; par* M. VIERORDT.

« Cette question, assez importante pour la physique de la respiration, n'a pas encore fixé l'attention des physiologistes, si nous en exceptons les physiciens anglais Allen et Pepys. Ceux-ci prétendaient, il y a plus de trente ans, d'après une seule expérience, que la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air expiré reste invariable, quel que soit le nombre des mouvements respiratoires, de sorte que l'air expiré par des expirations très-prolongées montre la même proportion d'acide carbonique que celle qu'on exhale à l'aide des expirations très-courtes.

» J'ai fait sur moi-même 94 expériences, qui m'ont fourni les résultats suivants :

» 1°. Si 100 volumes d'air qu'on expire en faisant 12 expirations dans 1 minute, contiennent. . . . . 4,3 d'acide carb.,

ils en contiennent pour	24 expirations dans 1 minute..	3,5
pour	48 expirations dans 1 minute..	3,1
et pour	96 expirations dans 1 minute..	2,9

» Si enfin le nombre des mouvements respiratoires monte dans 1 minute jusqu'à 130 à 150 (ce qui est le maximum des expirations que j'ai pu faire dans l'espace de ce temps au moyen de mon appareil), l'air expiré contient entre 2,9 pour 100 et 2,8 pour 100 d'acide carbonique; de manière que pour

192 expirations (nombre qui surpasse peut-être un peu le nombre possible des expirations dans 1 minute), la quantité d'acide carbonique serait réduite à 2,8 pour 100.

» Lorsque je prolongeais mes expirations, en ne faisant que 6 dans 1 minute (ce qui m'était possible pour l'espace de 1 ou de 2 minutes, mais en ressentant des douleurs pénibles à la poitrine), je trouvais la quantité de l'acide carbonique = 5,9 pour 100.

» 2°. Ainsi, le *nombre des respirations* faites dans un certain temps, ou, en d'autres termes, la *durée des expirations,* a une influence très-grande et remarquable sur la quantité de l'acide carbonique contenu dans l'air expiré.

» 3°. Si le *nombre des expirations* faites dans 1 minute est

192, 96, 48, 24, 12, 6,

la *durée d'un mouvement respiratoire* (c'est-à-dire d'une inspiration et d'une expiration) est, en secondes,

0″,3125, 0″,625, 1″,25, 2″,5, 5″, 10″;

et la *quantité d'acide carbonique* contenue dans 100 volumes d'air expiré, est

2,8, 2,9, 3,1, 3,5, 4,3, 5,9.

» La quantité d'acide carbonique exhalée par des expirations d'une durée quelconque est égale à la quantité d'acide carbonique exhalée par des expirations de la durée la plus courte, plus une autre quantité qui s'exprime par la différence entre la durée de l'expiration cherchée et la durée de l'expiration la plus courte, divisée par 10 fois la durée de l'expiration la plus courte.

» 4°. Il va sans dire que la quantité *absolue* de l'acide carbonique exhalé par des expirations très-fréquentes est de beaucoup supérieure à celle qu'on expire par des expirations très-prolongées.

» 5°. La quantité d'acide carbonique contenue dans l'air expiré varie beaucoup, selon une foule de causes, dont j'ai étudié une assez grande partie : par exemple la chaleur, la pression atmosphérique, la nourriture, le mouvement, etc., etc. J'ai trouvé, dans plus de 800 expériences faites sur moi-même dans l'espace de quinze mois, et dans les circonstances les plus différentes, que le maximum est environ de 6,2 pour 100, le minimum 3,1 pour 100, et que la quantité de ce gaz exhalé dans une minute peut varier (même dans l'état tranquille) entre 174 et 470 centimètres cubes (réduits à + 37 degrés Cels. et à la hauteur barométrique de 336 lignes de Paris). La moyenne de la

quantité de l'acide carbonique expiré dans une minute, ou contenue dans 100 volumes d'air expiré, est, pour l'état tranquille, 161 centimètres cubes, ou 4,30 pour 100. Si l'air exhalé par des expirations d'une fréquence normale contient 3,1 pour 100 ou même 6,2 pour 100 d'acide carbonique, la quantité de ce gaz formée par des expirations deux fois plus fréquentes est 2,3 pour 100, respectivement 5,4 pour 100. Ainsi l'on voit que la loi que j'ai trouvée se vérifie quelle que soit la quantité d'acide carbonique formée par des expirations d'une durée normale.

» De ces expériences résulte un grand nombre de conséquences soit pour la respiration, soit pour la physiologie du sang; elles prouvent principalement, sans contredit, que le changement des gaz entre les cellules pulmonaires et entre le sang se fait d'après la loi de la diffusion des gaz.

» Plus tard, j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de mon travail sur la composition de l'air expiré et la respiration en général. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide dans la soirée du* 10 *septembre* (Extrait d'une Lettre adressée de Benfeld (Bas-Rhin) à M. *Arago*, par MM. NICKLES frères.)

« ..... Revenant, le 10 septembre, d'une excursion sur les bords du Rhin, un peu après neuf heures du soir, notre attention fut attirée par l'apparition de quelques étoiles filantes vers l'est; voulant observer s'il n'y en avait pas aussi du côté du nord, nous avions depuis quelques instants dirigé notre vue vers cette région, lorsque tout à coup nous vîmes apparaître un point lumineux très-brillant, à peu près de la grandeur de Vénus; il sembla s'arrêter un instant comme suspendu dans l'espace, puis tomber subitement en ligne verticale vers la terre, et en augmentant d'éclat et de volume, au point que son diamètre nous parut de 4 à 5 centimètres. Nous pûmes fort bien l'observer pendant au moins 2 secondes; au moment de son approche de la terre, sa vue nous fut masquée par un groupe d'arbres, mais nous le vîmes encore briller à travers le feuillage et disparaître derrière la chaîne des Vosges. Sa lumière fut bleuâtre, très-vive, elle nous rappela celle de certains métaux en incandescence : c'était vraiment très-beau à voir. Notre première pensée fut que ce devait être un aérolithe, et nous nous attendions à lire dans les journaux qu'une de ces masses métalliques aériennes était tombée quelque part en Hollande, ou dans une contrée voisine.

» Depuis, en effet, nous avons lu dans la *Démocratie Pacifique*, numéro du 15 septembre, deux extraits du *Journal de Bruxelles* qui se rapportent

à un météore lumineux vu à Hasselt et à Bruges, le même jour et à peu près à la même heure; il n'y est pas question d'aérolithe, il est vrai, mais nous ne doutons pas que le météore que nous avons observé ne soit le même. Maintenant, si nous comparons notre observation avec celle dont parle cette feuille, une chose nous frappe : le météore vu à Hasselt paraissait avoir une longueur de 7 mètres environ et une largeur de $0^{m},20$; pour nous cependant ce n'était qu'un globe lumineux, un bolide si l'on veut, dont la forme n'approchait aucunement de l'ellipse; donc, si le météore que nous avons vu est en effet le même que celui observé à Hasselt, il est à présumer qu'il avait la forme d'un cylindre dont à notre horizon l'on ne pouvait voir qu'un pôle, et que pendant toute la durée de sa chute il a constamment conservé une position horizontale, sans aucune oscillation visible pour nous. Depuis, pour reconnaître plus exactement le point, ou plutôt la direction dans laquelle nous avions aperçu le phénomène, nous nous sommes transportés sur le lieu de notre observation, munis d'une aiguille aimantée, et nous avons trouvé que si, comme cela nous paraît probable, l'observation faite en Belgique se rapporte à la nôtre, ce météore cylindrique a dû se présenter exactement dans le plan du méridien magnétique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide, faite à Vals, près le Puy, le* 8 *octobre* 1844. (Extrait d'une Lettre de M. FATON à M. *Arago*.)

« Le 8 octobre, sur les $7^{h}\,30^{m}$ du soir, j'ai vu passer, à une distance en apparence peu considérable, un météore lumineux, plus brillant que Jupiter; il s'avançait avec lenteur dans une direction presque horizontale et à peu près du sud-sud-ouest au nord-nord-est. Il laissait après lui une petite traînée lumineuse, formée de quelques étincelles qui semblaient s'échapper par-derrière du globe lumineux, dans une direction opposée à celle de sa marche, et s'éteignaient à une petite distance. Le ciel était alors parfaitement serein, quoique durant la journée il eût été généralement nuageux. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide, faite à Parcé-sur-Sarthe, le* 27 *octobre* 1844. (Extrait d'une Lettre de M. GIRAUD à M. *Arago*.)

« Hier 27 octobre, vers 9 heures 40 minutes du soir, le ciel étant légèrement chargé de nuages tranquilles, et la lune brillant de tout son éclat, une vive lumière, semblable à celle d'une bombe d'artifice, a illuminé tout d'un coup l'horizon; alors nous avons vu un globe de feu se précipitant à

travers les nuages; son apparition a été de 2 ou 3 secondes, et sa direction de l'est à l'ouest; le diamètre de ce globe nous a semblé presque égaler celui de la lune, qu'il surpassait prodigieusement par son éclat.

» Mais voici la remarque qui a été faite par moi et les sept à huit personnes qui m'accompagnaient. Nous avions, depuis l'apparition du météore, fait environ trois cents pas, lorsque nous avons entendu, précisément dans la direction et à la hauteur où le globe lumineux avait disparu, une détonation semblable à celle d'une battrie de canons. Me rappelant parfaitement bien le lieu que nous occupions lors de l'apparition, je remarquai celui où nous étions lors de la détonation, et j'ai eu soin ce matin de mesurer avec le plus de précision possible cette distance; elle est de 266 mètres : cette distance a été parcourue par nous fort lentement et au pas de promeneurs s'entretenant sur la singularité et la beauté du phénomène dont nous venions d'être témoins. J'évalue à 4 minutes cet espace de temps. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un arc-en-ciel observé à Rennes le 2 novembre 1844.* (Lettre de M. DUPRÉ.)

« J'ai l'honneur de donner communication à l'Académie d'une observation que j'ai faite ce matin, 2 novembre, entre 7 heures et demie et 7 heures trois quarts.

» Le soleil était voilé par des nuages blanchâtres qui permettaient de voir à peu près la place qu'il occupait sans en distinguer le contour; du côté de l'ouest se trouvaient des nuages beaucoup plus sombres, et qui embrassaient une grande étendue. J'ai d'abord aperçu les portions sud de deux arcs-en-ciel qui s'effaçaient à une certaine hauteur; à ce moment, des maisons bornaient ma vue du côté nord. L'arc extérieur ne m'a rien offert de particulier, mais l'arc intérieur présentait une circonstance remarquable: en allant de dehors en dedans, après les couleurs ordinaires, on voyait, sans intervalle, tantôt deux, tantôt trois bandes bleues séparées par du rouge, le tout un peu vague, de sorte qu'il est possible qu'il y ait eu trois ou quatre arcs-en-ciel contigus présentant des couleurs fondues. Je n'ai pu fixer l'ordre des couleurs; par exemple, la première bande bleue pouvait être précédée du rouge mêlé avec le violet de l'arc principal, qui paraissait très-brillant, ou en être suivie; et, d'ailleurs, la confusion allait en augmentant de dehors en dedans, et le bord intérieur était tantôt bleu, tantôt rouge, suivant que l'intensité de la lumière permettait de distinguer plus ou moins de bandes.

» Ayant parcouru une petite distance, je vis la même chose du côté nord;

mais, un peu auparavant, j'avais cessé d'apercevoir les portions sud des arcs dont les sommets n'ont été visibles à aucun instant. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une pluie phosphorescente observée à Paris le 1er novembre* 1844. (Extrait d'une Lettre de M. **Duplessy** à M. *Arago*.)

« Le vendredi 1er novembre, jour de la Toussaint, je traversais le soir, à 8 heures trois quarts, la place Saint-Sulpice; la pluie tombait à torrent: je fus surpris de voir dans la direction du nord le ciel couvert d'une lueur blanchâtre assez vive qui contrastait d'une manière singulière avec la sombre apparence du midi. Rentré au collége royal de Louis-le-Grand, que j'habite en qualité de préparateur de physique, je m'empressai d'ouvrir la fenêtre de mon appartement qui est au nord; la lueur aperçue quelques instants auparavant était encore visible, mais avec une apparence rougeâtre très-sensible; il était 9 heures et un quart. Cinq minutes après elle n'existait plus. Je regrettai vivement de ne point avoir à ma disposition d'instruments dont les indications me permissent de chercher à assigner au phénomène un caractère électrique ou purement magnétique. Je dus donc me contenter de les inscrire dans mon cahier d'observations météorologiques. Le lendemain, 2 novembre, à 8 heures du matin, un de mes amis, le docteur Morel-Deville, qui comme moi habite le collége Louis-le-Grand, me demanda l'explication d'un phénomène qu'il avait vu avec surprise se produire la veille devant lui. Au moment où il passait, à 8 heures et demie du soir, dans une des cours du collége, *les gouttes de pluie en touchant le sol produisaient des étincelles, des aigrettes accompagnées de bruissement, d'une espèce de crépitation et laissaient ensuite une odeur de phosphore assez marquée.* Le phénomène se manifesta jusqu'à TROIS FOIS; M. Morel attendit, il n'eut pas le bonheur de le voir une quatrième fois. Il était 8 heures et demie; à 8 heures trois quarts je voyais la lueur dont j'ai parlé plus haut et qui était à son déclin. Un tel concours de circonstances, deux observations de la nature de celles dont je viens d'avoir l'honneur de vous faire part, semblent donner au phénomène observé par M. Morel-Deville plus d'intérêt qu'il n'en aurait eu isolé; car parmi les exemples très-rares de phénomènes analogues, consignés dans les annales de la science et que vous avez vous-même, monsieur, enregistrés dans votre intéressante Notice de 1838, il en est peu que je sache s'être montrés dans de pareilles conditions. C'est en général pendant les orages, que la pluie, la grêle ont été vues lumineuses. La lueur blanchâtre

me paraît comparable, en un certain sens, au nuage lumineux observé en Écosse par M. Sabine. »

M. Bisson met sous les yeux de l'Académie plusieurs *épreuves photographiques* obtenues au moyen d'un procédé qu'il a imaginé pour harmoniser l'action des différents rayons de lumière, qui, comme on le sait, n'exigent pas tous le même espace de temps pour produire sur la couche sensible une impression suffisante. *Ce procédé consiste à placer au-devant de l'objectif de la chambre obscure, un verre plan, coloré de la teinte verte que donne le spectre solaire.*

Cette addition est particulièrement utile quand il s'agit de reproduire un paysage, et l'on conçoit très-bien quel en doit être l'effet : les rayons bleus et blancs, dont l'action sur la couche sensible est presque toujours trop puissante, se trouvent atténués, tandis que les rayons verts et jaunes, beaucoup moins actifs, conservent presque toute leur intensité après avoir traversé le milieu coloré. On parvient à obtenir ainsi des épreuves dans lesquelles les teintes claires du ciel et des maisons blanches ne sont point *solarisées*, et où le feuillage des arbres, si mal rendu dans les épreuves ordinaires, est reproduit avec une grande netteté et avec les lumières qu'il doit avoir.

M. Arago présente les observations météorologiques faites à *Alten*, depuis le mois d'octobre 1842 jusqu'au mois de décembre 1843. Ce travail, exécuté par les soins de M. John-Francis Cole, est accompagné d'un grand nombre d'observations d'aurores boréales.

M. Breguet adresse plusieurs tableaux graphiques provenant de son thermomètre à pointage, et le résumé général des observations faites à Kasan, en 1842, avec le même instrument.

M. Brière adresse une Note sur la signification des noms donnés par Boèce aux signes employés dans son *Traité de l'Abacus*, noms que l'on avait cru pouvoir interpréter, pour la plupart, au moyen de la langue grecque, et dans lesquels M. Brière, au contraire, voit autant de mots hébreux assez peu défigurés, et qui tous font allusion à la forme des caractères auxquels ils s'appliquent : ainsi le nom du caractère qui exprime l'unité, *Igin* (I), viendrait de l'hébreu *Hagina* (droit) et non de η Γυνη (la femme); *Andras*, le nom du chiffre *deux*, (Ƹ), qu'on a rattaché au mot Ανηρ, Ανδρος, serait une

altération du mot *Adra* (courbe); le nom du chiffre sept, *Zenis*, écrit aussi *Zevis* (Λ), serait *Zevi* (angle), etc.

M. **Gros** adresse une Note *sur la limite des divisions à effectuer pour obtenir le plus grand commun diviseur entre deux nombres entiers.*

M. **Chaudron-Junot** adresse deux Notes, l'une *sur la fabrication des savons à base de soude*, l'autre *sur celle de certains produits relatifs à l'éclairage.* L'auteur ayant annoncé dans sa Lettre d'envoi qu'il désirait se conserver la faculté de prendre des brevets d'invention pour l'étranger, et cette faculté pouvant lui être ôtée par la publicité que donnerait l'Académie à ses procédés, les deux Notes sont mises sous pli cacheté et conservées comme dépôt jusqu'à ce que l'auteur ait fait connaître son intention.

La séance est levée à 5 heures. A.

ERRATA.

Séance du 8 octobre 1844, page 904, dixième ligne en remontant, Rapport de MM. de Mirbel, Richard, Brongniart et Payen *sur les cultures de l'Algérie,* après ces mots : « Les conclusions de ce Rapport sont adoptées, » *ajoutez :* « L'Académie, sur la proposition de M. le baron Charles Dupin, président, a voté l'envoi de ce Rapport à M. le maréchal Ministre de la Guerre et à M. le Ministre de l'Agriculture. »

Même séance, page 934, Lettre de M. *Werner, au lieu de :* Renvoyée à l'examen de la Commission administrative, *lisez :* de la Commission nommée pour une précédente présentation de M. Werner.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; no 19; in-4o.

Administration des Douanes. — Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1843; 1 vol. in-fol.

Annales maritimes et coloniales; par MM. BAJOT *et* POIRÉE; no 10; octobre 1844; in-8o.

Voyage autour du Monde sur la frégate la Vénus, *commandée par* M. DUPETIT-THOUARS; tomes IV et V : *Physique; par* M. DE TESSAN; in-8o.

Nouveaux éléments de Pathologie médico-chirurgicale, ou Traité théorique et pratique de Médecine et de Chirurgie; par MM. ROCHE, SANSON *et* LENOIR; 5 vol. in-8o. (Cet ouvrage est envoyé pour le concours Montyon.)

Études de l'Homme dans l'état de santé et dans l'état de maladie; par M. REVEILLÉ-PARISE; 2 vol. in-8o. (Cet ouvrage est adressé pour le concours Montyon.)

Traité sur les Gastralgies et les Entéralgies ou Maladies nerveuses de l'estomac et des intestins; par M. J.-P.-T. BARRAS; 1 vol. in-8o.

Mémoire sur un nouveau Traitement de la Fièvre typhoïde; par M. T. DESPLANTES, de Nantes; *publié par* J.-P.-T. BARRAS; broch. in-8o.

Mémoire minéralogique et géologique sur les Roches dioritiques de la France occidentale; par M. RIVIÈRE; broch. in-8o. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Compendium de Médecine pratique; par MM. MONNERET *et* FLEURY; tome VI, 22e livr.; in-8o.

Mémoire sur la Topographie médicale des 10e, 11e *et* 12e *arrondissements de Paris; par* M. BAYARD; broch. in-8o.

Note sur l'emploi des Ferrugineux, et sur le Carbonate de protoxyde de fer en particulier, préservatif des coliques de plomb dans les fabriques de céruse; par M. A. MEILLET; $\frac{1}{4}$ de feuille in-8o.

Lettre de M. PASSOT *à M. le président de l'Académie royale des Sciences;* 1 feuille in-4o.

Journal de Pharmacie et de Chimie; novembre 1844; in-8o.

Annales de Thérapeutique médicale et chirurgicale, et de Toxicologie, publiées par M. ROGNETTA; no 8; novembre 1844; in-8o.

La Clinique vétérinaire; novembre 1844; in-8°.

Journal de Médecine; novembre 1844; in-8°.

Journal des Usines et des Brevets d'Invention; par M. VIOLLET; octobre 1844; in-8°.

L'Abeille médicale; n° 10; novembre 1844; in-4°.

Éloge historique de JEAN-AUGUSTIN FLORIO; *par* M. BONAFOUS. Turin, 1844; broch. in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société zoologique de Londres;* vol. III, parties 2 et 3; in-4°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société zoologique de Londres*; année 1843, partie 11e; in-8°.

Reports of... *Rapport sur l'état actuel de la Société zoologique, fait à la Société dans sa séance générale annuelle du 29 avril* 1844; in-8°.

Lezioni... *Leçons théoriques et pratiques de l'Art des Accouchements; par* M. GHERSI; tome II, 1re livr.; in-8°. (Présenté par M. Velpeau.)

Gazette médicale de Paris; n° 45; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 129 à 131; in-fol.

L'Écho du Monde savant; n°s 34 et 35.

L'Expérience; n° 383; in-8°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — OCTOBRE 1844.

9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
ROM. 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	MAXIMA.	MINIMA		
2,44	+ 9,2		761,29	+12,1		759,56	+13,3		758,75	+ 7,5		+14,8	+ 5,1	Beau................	N. N. E.
5,14	+12,1		753,52	+12,9		752,05	+13,9		753,35	+13,8		+14,0	+ 6,0	Couvert............	O.
6,95	+14,7		757,02	+16,0		756,05	+17,2		756,57	+16,0		+18,0	+ 6,4	Couvert............	S. O.
8,38	+15,4		758,29	+17,7		757,77	+17,9		756,94	+13,0		+18,8	+13,5	Quelques éclaircies......	O.
4,26	+16,1		753,96	+18,4		753,20	+19,0		755,26	+15,2		+21,0	+13,0	Couvert............	S. O.
8,27	+11,7		758,66	+12,3		758,06	+12,9		757,20	+10,8		+13,0	+11,0	Couvert............	N. O.
4,70	+10,7		755,02	+13,5		755,31	+15,2		757,82	+ 9,0		+15,0	+ 9,4	Nuageux............	N. O.
7,01	+ 8,2		755,51	+11,7		753,73	+12,4		750,03	+ 8,2		+14,0	+ 3,7	Très-nuageux..........	E.
2,77	+ 8,8		741,35	+14,5		739,24	+17,7		737,44	+15,7		+18,0	+ 5,5	Très-nuageux..........	S. E. fort.
0,82	+12,3		742,00	+13,6		742,78	+14,4		746,01	+11,0		+14,7	+11,8	Couvert............	S.
1,90	+12,0		752,79	+14,7		753,29	+14,7		755,41	+ 9,8		+15,9	+ 9,4	Très-nuageux..........	S. O.
4,25	+12,6		753,56	+13,1		751,78	+15,2		750,17	+11,6		+15,0	+ 9,8	Couvert............	S. S. E.
7,64	+12,9		746,55	+14,2		745,17	+14,8		745,71	+11,0		+14,9	+11,0	Couvert............	S.
6,74	+11,9		746,58	+15,9		743,71	+14,9		737,89	+14,0		+15,0	+ 8,8	Couvert............	S. S. O.
9,04	+12,7		738,75	+15,9		738,35	+14,7		737,72	+10,2		+15,9	+11,0	Très-nuageux..........	S. S. O.
3,71	+12,4		734,87	+12,7		736,48	+13,7		738,30	+ 9,6		+14,1	+ 9,1	Pluie par moments......	O.
1,03	+10,5		742,28	+13,1		743,43	+11,6		746,94	+ 7,4		+13,9	+ 8,0	Très-nuageux..........	O. S. O.
1,64	+ 8,0		752,39	+11,6		752,63	+11,4		754,59	+ 7,0		+13,0	+ 5,8	Très-nuageux..........	S. O.
5,11	+ 6,3		754,58	+11,0		753,31	+11,5		752,68	+ 5,6		+11,8	+ 4,1	Nuageux............	S. O.
8,88	+ 5,7		747,46	+10,9		746,64	+12,0		747,52	+ 8,1		+13,0	+ 2,0	Beau................	E. S. E.
6,93	+ 7,3		746,40	+10,6		745,85	+10,3		750,81	+ 6,8		+10,9	+ 5,2	Couvert............	S. S. E.
5,86	+ 5,8		755,91	+10,6		755,81	+10,2		756,28	+ 7,9		+10,9	+ 3,9	Très-nuageux..........	S. S. E.
3,29	+ 8,8		752,33	+12,4		750,34	+14,4		748,82	+11,2		+14,7	+ 6,9	Très-vaporeux..........	E. S. E.
6,83	+12,2		746,46	+14,0		746,04	+16,3		746,96	+12,0		+16,9	+ 8,5	Vaporeux............	S. S. E.
9,45	+11,2		749,60	+12,4		749,67	+11,6		750,90	+10,5		+12,4	+ 8,5	Couvert............	S. S. O.
7,22	+ 9,2		757,56	+11,0		758,59	+ 9,9		760,23	+ 8,7		+12,0	+ 8,2	Beau................	O. N. O.
3,43	+ 8,8		763,47	+ 9,9		763,04	+10,4		762,76	+ 8,2		+10,4	+ 7,0	Couvert............	O. S. O.
2,25	+ 9,1		761,18	+ 9,6		760,24	+11,1		759,30	+ 6,6		+11,1	+ 6,5	Couvert............	E.
8,04	+ 6,4		757,02	+ 9,2		756,13	+ 9,2		755,81	+ 7,8		+10,0	+ 4,2	Couvert............	E.
2,88	+ 7,4		752,64	+ 9,2		752,03	+10,4		752,92	+ 6,2		+10,3	+ 6,9	Couvert............	E.
1,11	+ 6,7		751,13	+ 8,8		749,86	+12,2		748,32	+ 9,2		+13,0	+ 2,8	Brouillard épais.......	E.
4,07	+11,9		753,66	+14,3		752,77	+15,4		752,94	+12,0		+16,1	+ 8,5	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centimètres.
6,99	+10,5		746,98	+13,3		746,48	+13,4		746,69	+ 9,4		+14,2	+ 7,9	... Moy. du 11 au 20	Cour.. 5,214
4,30	+ 8,5		753,97	+10,7		753,42	+11,4		753,92	+ 8,7		+12,1	+ 6,2	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 4,365
1,87	+10,2		751,62	+12,7		750,97	+13,4		751,27	+10,0		+14,1	+ 7,5	... Moyenne du mois...... + 10°,8	

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉDECINE. — *Note sur les changements de proportion de la fibrine du sang dans les maladies; par* MM. Andral *et* Gavarret.

« Dans le courant de l'année qui vient de s'écouler, nous avons obtenu, sur les changements de proportion que la fibrine du sang peut éprouver dans les maladies, quelques nouveaux résultats que nous allons avoir l'honneur, dans cette Note, d'exposer à l'Académie.

» En poursuivant nos recherches sur ce sujet, nous avons vu se vérifier de plus en plus la loi de l'augmentation de quantité de la matière spontanément coagulable du sang, dans cette grande classe de maladies que l'on désigne sous le nom de *phlegmasies*, et qui forment en nosologie une des familles les plus naturelles, et par l'analogie des lésions anatomiques qui les caractérisent, et par la ressemblance des symptômes qui les révèlent, et enfin par l'uniformité du traitement qu'on leur oppose. Parmi ces phlegmasies, il y en avait une très-importante dont nous n'avions pas parlé dans nos précédents Mémoires, parce qu'alors nous n'avions pas eu encore l'occasion de vérifier l'état du sang dans cette maladie; c'est la méningite aiguë. Dans le cours de l'année 1844, nous avons pu faire l'analyse du sang chez quatre individus atteints de cette affection. Chez tous nous avions reconnu, pendant la vie, par la nature des symptômes, l'existence d'une inflammation aiguë

des membranes qui entourent les centres nerveux, et chez tous, après la mort, nous avons pu constater la présence d'un liquide purulent, soit dans les mailles de la pie-mère de l'encéphale et de la moelle épinière, soit dans les cavités des ventricules cérébraux; chez aucun de ces sujets il n'y avait d'ailleurs d'altération appréciable dans d'autres organes. Dans ces quatre cas, le sang nous a offert la même altération de composition que celle que nous avions trouvée dans le sang de nos malades atteints d'arthrite, de pneumonie, de pleurésie, de péritonite, d'angine, etc., c'est-à-dire une augmentation de sa fibrine, ses autres éléments restant d'ailleurs dans leurs proportions normales. Dans neuf saignées pratiquées à ces quatre malades nous avons trouvé la quantité de fibrine représentée par les chiffres 3,4; 4,3; 5,0; 5,2; 5,3; 5,5; 6,0; 6,6; 7,0. En parcourant ces chiffres, on voit que le premier est le seul qui n'accuse pas un état phlegmasique; il représente un des maxima de l'état physiologique. Pourquoi cette exception? Nous allons pouvoir nous en rendre compte. En effet, le malade auquel appartenait le sang qui nous donna ce chiffre 3,4 de fibrine, n'avait encore aucun symptôme de méningite au moment où il entra à l'hôpital, et il ne présentait que les signes d'une simple fièvre continue: saigné alors pour la première fois, il n'avait dans son sang que 2,8 en fibrine, c'est-à-dire un des chiffres que l'on rencontre très-souvent dans les pyrexies. Cependant, aux simples accidents d'une fièvre que n'accompagnait aucune lésion d'organe qui pût en rendre compte, se joignirent bientôt des accidents cérébraux qui, chaque jour, devinrent plus graves; d'abord ce ne furent que ces acccidents qui ne dénotent point positivement une affection idiopathique de l'encéphale: c'étaient surtout un état de délire alternant avec du coma, et de nombreux soubresauts des tendons. Ce fut alors que nous fîmes pratiquer au malade une seconde saignée; nous devions nous attendre à trouver dans le sang la quantité de fibrine diminuée; loin de là, elle était augmentée: au lieu de 2,8, comme dans la première saignée, le sang nous donna, en effet, 3,4 en fibrine. Un pareil résultat attira toute notre attention, et, persuadés que nous étions qu'une simple saignée ne l'eût point donné, nous doutâmes qu'il n'y eût là qu'une pure fièvre typhoïde. Dès lors nous cherchâmes si un commencement de travail phlegmasique ne commençait pas à se former quelque part, et bientôt l'apparition d'accidents cérébraux caractéristiques, tels que le strabisme, la roideur tétanique des muscles de la partie postérieure du cou, et enfin la paralysie des membres gauches, vinrent nous montrer clairement que le délire qui avait d'abord apparu, isolé de tout autre accident cérébral, n'était point seulement un délire fébrile, mais qu'il dépendait déjà d'un commencement de phlegmasie encéphalique. Nous nous rendîmes dès lors parfaitement compte

de cet accroissement si rapide du chiffre de la fibrine, qui nous avait d'abord si surpris; cependant, pour combattre ces symptômes désormais évidents de méningite aiguë, nous prescrivîmes une troisième saignée, et cette fois nous trouvâmes la quantité de fibrine encore augmentée, et élevée à un chiffre qu'on trouve souvent dans les diverses phlegmasies, savoir, 5,4. Ainsi, dans ce cas, avant même que la nature des symptômes nous eût annoncé clairement la transformation d'une simple fièvre continue en une inflammation aiguë des méninges, l'augmentation de quantité survenue dans la fibrine du sang nous donna l'éveil sur ce changement de maladie, et en fut comme la première manifestation. A l'autopsie, nous trouvâmes les ventricules latéraux du cerveau remplis d'une sérosité lactescente, et la pie-mère infiltrée de pus à la base du cerveau, autour du cervelet, et à la face antérieure de la moelle épinière. La substance nerveuse elle-même n'offrait pas d'altération, et nulle part ailleurs il n'y avait de lésion: on apercevait seulement, vers la partie inférieure de l'intestin grêle, quelques plaques de Peyer peu saillantes, mais pâles, et qui restaient comme un vestige presque effacé de la simple pyrexie dont le malade avait d'abord été atteint, et qu'après huit à dix jours de durée, une méningite avait remplacée.

» On comprendra que nous avons dû nous étendre sur ce fait, parce qu'il nous semble être une des confirmations les plus nettes de la loi de l'augmentation de quantité de la fibrine du sang dans les phlegmasies, quel que soit le siége de celle-ci, et parce qu'il montre en même temps comment, dans des cas douteux, l'examen du sang peut venir en grande aide au diagnostic. Les faits suivants nous fourniraient encore matière aux mêmes réflexions.

» On sait que les ouvriers qui manient le plomb, et spécialement ceux qui travaillent à la fabrication du blanc de céruse, sont sujets à une sorte d'épilepsie qu'en raison de sa cause toute spéciale, on connaît sous le nom d'épilepsie saturnine. Plusieurs fois nous avons eu occasion d'examiner le sang chez des individus qui étaient atteints de cette épilepsie, pendant qu'ils étaient sous le coup d'attaques assez violentes et assez répétées pour menacer immédiatement leur existence. Nous avons trouvé, dans le sang de ces individus, la fibrine en quantité normale, ce qui est parfaitement en rapport avec l'idée qu'on se fait de cette maladie. Une fois, cependant, à la suite d'attaques répétées d'épilepsie, un de ces cérusiers fut pris sous nos yeux d'accidents insolites : sa vue se perdit, la paupière supérieure droite cessa de pouvoir se relever, et, du même côté, un strabisme divergent eut lieu; comme ces symptômes persistèrent, nous pensâmes qu'ils dépendaient de ce qu'il s'était formé une altération persistante elle-même à la base du cerveau, vers

l'origine du nerf moteur oculaire commun gauche, et vers le chiasma des nerfs optiques. Le sang, examiné une première fois avant l'apparition de ces accidents, avait donné un peu moins de $\frac{3}{1000}$ en fibrine; examiné de nouveau dans deux saignées successives faites après leur manifestation, il nous offrit une notable augmentation de fibrine, 4,0 au lieu d'un peu moins de 3. Comment ne pas être frappé de cette remarquable coïncidence d'une augmentation subite dans la quantité de fibrine du sang et de l'apparition de ces accidents qui ne sont pas ceux que le plomb produit ordinairement? N'était-il pas évident que, dans ce cas encore, il y avait eu transformation de maladie, et qu'un travail phlegmasique, localisé vers quelque point circonscrit de la base du cerveau, était venu compliquer l'affection primitive, et en changer la nature? Du reste, après avoir duré environ quinze jours, les accidents que nous venons d'indiquer cessèrent, mais ils furent remplacés par un trouble apyrétique de l'intelligence qui peu à peu devint une véritable aliénation mentale; ce dernier état exigea le transport du malade à Bicêtre, et nous le perdîmes de vue.

» Ayant désiré étudier, aussi pure que possible, l'influence exercée par l'inflammation des méninges sur la fibrine du sang, nous avons dû négliger de mentionner un autre cas de méningite purulente, où deux saignées pratiquées nous donnèrent chacune un peu plus de $\frac{7}{1000}$ en fibrine. Mais, dans ce cas, la méningite n'était pas la seule maladie: il y avait en même temps un épanchement de pus dans l'une des plèvres, et de nombreux foyers de suppuration dans l'un des reins.

» Poursuivons maintenant l'examen de la fibrine du sang dans d'autres cas de phlegmasie dont il n'a point été question non plus dans nos précédents Mémoires.

» On sait que l'ictère est un symptôme commun à un grand nombre d'affections de l'appareil biliaire, qui peuvent être de la nature la plus diverse. Dans ces cas si fréquents où l'ictère survient sans fièvre et sans troubler autrement la santé générale, nous avons fait plusieurs fois l'analyse du sang, et constamment nous avons trouvé qu'en pareil cas il contenait sa quantité normale de fibrine; nous en avons conclu que cette sorte d'ictère est indépendante d'un état phlegmasique du foie, conclusion à laquelle d'ailleurs l'étude des symptômes nous conduit également. Cependant il est un autre cas où l'ictère s'accompagne d'une douleur plus ou moins vive à l'hypocondre droit, d'une augmentation marquée dans le volume du foie, et d'un certain degré de réaction fébrile. Dans ce cas, la différence des symptômes est déjà une raison suffisante pour admettre que l'ictère tient à une cause différente, et cette cause, on peut supposer que c'est, quelquefois du moins, une phlegmasie

qui a atteint le parenchyme hépatique. Eh bien, dans un cas semblable, l'analyse du sang est venue changer pour nous cette présomption en certitude, en nous montrant dans le sang, au lieu de la quantité normale de fibrine qu'on y trouve dans la plupart des ictères, une surabondance notable de ce principe. Dans ce cas, en effet, dans deux saignées pratiquées à vingt-quatre heures d'intervalle l'une de l'autre, le sang nous donna chaque fois $\frac{6}{1000}$ en fibrine. Dans une troisième saignée, pratiquée quelques jours après, et alors que les mêmes symptômes persistaient, bien qu'un peu moins intenses, nous trouvâmes que le sang contenait encore $\frac{5}{1000}$ en fibrine. A la suite de cette troisième saignée, les symptômes s'amendèrent rapidement, et la santé ne tarda pas à se rétablir.

» Nous avons également constaté un accroissement du chiffre de la fibrine dans le sang de plusieurs femmes qui, quelques mois après être accouchées, se présentaient à nous avec un ensemble de symptômes qui révélaient chez elles l'existence d'un léger degré de phlogose de l'utérus ou de ses annexes : la quantité de fibrine variait dans ce cas entre $\frac{4}{1000}$ et $\frac{5}{1000}$. Les symptômes devenaient-ils plus intenses; la fièvre s'allumait-elle; en un mot, des signes plus nets de métrite aiguë se dessinaient-ils; la fibrine croissait tout à coup et s'élevait aux chiffres $\frac{6}{1000}$ et $\frac{7}{1000}$.

» Dans un cas de phlegmon bien caractérisé de la fosse iliaque gauche, survenu chez une femme accouchée depuis quelques semaines, nous avons également trouvé une augmentation notable de la fibrine du sang : $\frac{6}{1000}$ dans une première saignée, et $\frac{7}{1000}$ dans une seconde.

» Citons encore, comme exemple de cette augmentation, un autre cas qui nous semble digne d'intérêt sous plus d'un rapport. Ce cas est relatif à une femme qui était restée paralysée par suite d'une hémorragie cérébrale, et chez laquelle une large escarre s'était établie au sacrum. Peu de temps avant la formation de cette escarre, la malade avait été saignée, et son sang ne nous avait présenté que la quantité normale de fibrine; elle fut saignée de nouveau au moment où, par suite du travail ordinaire d'élimination, une suppuration assez abondante avait lieu autour de l'escarre. Nous trouvâmes alors dans le sang un peu plus de $\frac{6}{1000}$ de fibrine.

» Dans la plupart des cas que nous venons de rapporter, l'augmentation de la fibrine dans le sang coïncidait avec un travail manifeste de suppuration dans la partie enflammée; mais l'existence d'un pareil travail n'est pas nécessaire pour que le sang vienne à se charger d'un excès de fibrine : ainsi ce principe augmente dans l'érésipèle, et tout récemment nous avons trouvé $\frac{6}{1000}$ de fibrine dans le sang d'une femme qui était atteinte d'un érythème noueux, maladie dans laquelle nous n'avions pas eu encore non plus l'occasion d'analyser

le sang, et qu'il était intéressant d'étudier sous ce rapport, parce que sa nature franchement inflammatoire n'est pas admise par tous les pathologistes.

» Les faits que nous venons de citer viennent donc parfaitement à l'appui de ceux que déjà nous avions publiés, et tous ils concourent à prouver que, quel que soit le solide occupé par un travail phlegmasique, toujours ce travail coïncide avec la production d'un excès de fibrine dans le sang.

» Nous avions annoncé, dans nos précédents Mémoires, que cette grande modification du sang avait également lieu, quelles que fussent les conditions générales de l'économie, et quels que fussent aussi les autres changements survenus à l'avance dans la composition du sang. Ainsi, un sang très-pauvre en globules peut, aussi bien qu'un sang de pléthorique, se charger d'un excès de matière spontanément coagulable. C'est ce que nous avons eu tout récemment encore l'occasion de vérifier chez un jeune homme qui, dans la convalescence d'une fièvre typhoïde grave, était devenu anémique à ce point, qu'un bruit de souffle continu s'entendait dans ses artères carotides, ce qui revient à dire que, dans le sang de cet individu, le chiffre des globules s'était de beaucoup abaissé au-dessous de l'état normal. Au milieu de ces conditions, il survint une pleurésie qui se termina promptement par un épanchement considérable. Nous fîmes saigner le malade quelques heures seulement après l'invasion de l'inflammation de la plèvre, et le sang nous donna un peu plus de $\frac{5}{1000}$ de fibrine.

» La diminution de la matière spontanément coagulable du sang est une autre sorte d'altération de ce liquide, dont nous avons donné des exemples dans nos précédents Mémoires. Cette diminution appartient essentiellement aux maladies dont le scorbut est le type à l'état chronique, et le typhus à l'état aigu. Un des effets les plus remarquables et les plus constants de la diminution de la fibrine du sang, c'est une tendance singulière à ce que le sang sorte de toutes parts de ses vaisseaux, soit spontanément, soit sous l'influence de la cause la plus légère, d'où la production d'hémorragies multiples. Dans le travail où nous avons cité des faits de ce genre, nous exprimions la pensée que dans la maladie connue sous le nom de *pourpre hémorragique,* il était très-vraisemblable que le sang devait avoir perdu une grande partie de sa matière spontanément coagulable, sans que la quantité de ses globules ni de ses autres principes organiques fût d'ailleurs diminuée. Dans ces derniers temps nous avons eu occasion de nous assurer de la réalité de cette conjecture. Un homme de trente ans, paraissant fortement constitué, entra à la Charité, dans le courant du mois de juillet 1844, n'étant malade que depuis peu de jours, et sans que l'on pût d'ailleurs remonter à la cause de l'affection qu'il présentait; cette affection avait les caractères suivants: toute la peau était

couverte d'innombrables ecchymoses; du sang infiltrait les conjonctives qui en étaient comme boursouflées; du sang s'écoulait aussi par les fosses nasales; du reste, cet homme, loin de paraître affaibli, s'agitait avec violence. Il accusait dans tout le corps des douleurs intolérables, et de temps en temps il délirait. Le pouls fut le premier jour à 24, et le second à 112; la température à 38,50. La date récente de la maladie, la force de la constitution du sujet, la grande surexcitation à laquelle il semblait être en proie, le mouvement fébrile qui existait, parurent indiquer une saignée; elle fut donc pratiquée, et le sang donna en matériaux solides de sérum 83, en globules 121, et en fibrine seulement 0,9. Il restait pour l'eau 795. Par conséquent, ce sang ne présenta d'anormal que sa très-petite quantité de fibrine; mais cette quantité était devenue extrêmement peu considérable. Dans un très-grand nombre de cas où nous avons analysé le sang (et ce nombre monte maintenant à plus de cinq cents), nous n'en avons rencontré que quatre autres où la proportion de sa matière spontanément coagulable fût devenue aussi faible; savoir, deux cas de fièvres typhoïdes très-graves, un cas de scorbut, et enfin un autre cas auquel nous ne saurions imposer aucun nom, et qui a pour sujet un homme de cinquante ans qui, traité à la Charité pour une cirrhose du foie, accompagnée de ses symptômes ordinaires, tomba tout à coup dans une prostration extrême avec fièvre et délire: nous ne trouvâmes dans son sang que 0,6 en fibrine. A l'ouverture du cadavre de cet individu, indépendamment d'anciennes altérations, nous ne rencontrâmes, comme ayant quelque rapport avec les symptômes ultimes, qu'un sang très-liquide dans le cœur et dans les vaisseaux, et des ecchymoses dans différentes portions des tissus cellulaires sous-séreux et sous-muqueux. Ce furent aussi là les deux sortes d'altérations qui furent constatées, après la mort, chez l'individu atteint de pourpre hémorragique; déjà, dans d'autres cas analogues, nous avions été frappés de la parfaite liquidité du sang rencontré, après la mort, dans les différentes parties du système circulatoire.

» Nous avons aussi continué cette année à rechercher quelle était la proportion de la fibrine dans le sang des individus atteints de fièvre typhoïde proprement dite, que nous avons cru devoir saigner; nous avons examiné le sang sous ce rapport dans quarante-deux cas, et nous sommes heureux de dire que ces quarante-deux nouveaux faits sont venus parfaitement confirmer ceux que nous avions précédemment recueillis. Dans deux de ces cas seulement, où un phlegmon de la région parotidienne étendu jusqu'au cou était venu compliquer la maladie, la fibrine, s'élevant au-dessus de son chiffre physiologique, atteignit presque $\frac{5}{1000}$ (4,8 dans chacun de ces deux cas). Mais dans les quarante autres cas, qui furent exempts de toute complication phlegmasique,

elle resta constamment au-dessous du chiffre 4, et descendit jusqu'au chiffre 1,2. Voici, du reste, quelles furent les proportions de fibrine dans ces quarante cas :

Dans trois cas, le sang donna en fibrine,		3,7		
Dans quatorze cas, le sang donna en fibrine,	de	3,5	à	3,0.
Dans sept cas, le sang donna en fibrine,	de	3,0	à	2,5.
Dans neuf cas, le sang donna en fibrine,	de	2,5	à	2,0.
Dans huit cas, le sang donna en fibrine,	de	1,9	à	1,2.

» Par conséquent, sur ces quarante cas, nous en trouvons trois seulement dans lesquels la fibrine s'élève très-légèrement au-dessus de la limite supérieure de l'état physiologique, vingt et un dans lesquels elle se maintient dans les limites de cet état, et seize, enfin, dans lesquels elle s'abaisse au-dessous. Si, dans ces quarante cas, nous n'avons pas trouvé moins de 1,2 en fibrine, c'est vraisemblablement parce que nous nous sommes abstenus de tirer du sang aux malades chez lesquels les symptômes d'adynamie étaient très-prononcés. Du reste, l'analyse de nos observations nous prouve que dans ces quarante cas, il y a toujours eu un rapport exact entre l'abaissement du chiffre de la fibrine et le signe de l'adynamie.

» Ainsi, les nouveaux résultats que nous avons obtenus sont venus pleinement confirmer l'exactitude de ceux auxquels nous étions précédemment arrivés, et ils nous ont de plus en plus convaincus que l'examen des variations de quantité que la fibrine du sang nous présente dans un certain nombre de maladies, peut nous être d'un puissant secours pour en déterminer la nature et en éclairer le diagnostic. »

PHYSIQUE. — *Des courants électriques terrestres, et de leur influence sur les phénomènes de décomposition et de recomposition dans les terrains qu'ils parcourent; par* M. **Becquerel.**

PREMIÈRE PARTIE.

Chapitre Ier. — *Des tentatives faites pour démontrer que le magnétisme terrestre a une origine électrique.*

« La cause en vertu de laquelle notre planète possède la propriété magnétique polaire est restée jusqu'ici couverte d'un voile que les recherches des physiciens n'ont pu encore soulever, malgré les nombreuses tentatives faites pour y parvenir. Je n'ai nullement l'intention de reprendre cette question dans le but de la résoudre, mais bien de prouver que les faits observés jusqu'ici ne justifient pas l'origine électrique qu'on a cherché à donner au magnétisme de la terre, bien qu'il existe des courants électriques sur la cause des

quels on s'est mépris. Pour envisager la question sous le point de vue général, je commencerai par exposer rapidement les hypothèses qui ont été mises successivement en avant pour expliquer le magnétisme terrestre.

» Gilbert est le premier qui ait avancé que la terre était un aimant dont l'axe coïncidait sensiblement avec l'axe terrestre. Suivant cette hypothèse, les deux pôles magnétiques devaient se trouver à peu de distance des pôles de la terre.

» M. Hansteen avança qu'il n'était pas possible de rendre compte des phénomènes observés, sans admettre un second pôle magnétique dans les régions boréales, et que dès lors il devait exister un second aimant traversant le globe dans la direction d'un diamètre, et dont le pôle coïncidait avec le pôle magnétique de Sibérie. M. Hansteen, donnant un libre essor à son imagination, avança les idées les plus hardies sur la cause du magnétisme terrestre. Suivant lui, le soleil pouvait être considéré comme possédant un ou plusieurs axes magnétiques qui, suivant leur direction relativement à la terre, produisaient une différence dans le magnétisme de cette dernière, dans celui de la lune et des autres planètes. Cette hypothèse ne reposait sur aucun fait capable de la justifier, ou même sur aucune expérience dont on pût tirer une induction qui lui fût favorable. En l'adoptant, on ne faisait que reculer la difficulté, puisque l'on pouvait se demander d'où provenait le magnétisme solaire.

» M. Biot ayant cherché à lier par le calcul toutes les observations relatives au magnétisme terrestre, en considérant la terre comme un aimant, prenant pour la distance des pôles une valeur indéterminée, et partant du principe que le pouvoir de chacun de ces pôles variait en raison inverse du carré de la distance au point sur lequel ils agissaient, a obtenu ainsi une expression générale de la direction de l'aiguille aimantée. En faisant varier la distance indéterminée, et comparant les résultats de l'expérience avec ceux du calcul, M. Biot a trouvé que plus les pôles étaient rapprochés, plus ces résultats s'accordaient ensemble, et que les erreurs, ou plutôt les différences entre les résultats du calcul et les observations étaient réduites au minimum quand les deux pôles se trouvaient infiniment près l'un de l'autre, et à très-peu de distance du centre de la Terre. Il résultait évidemment de là que la Terre ne devait plus être considérée comme un aimant ordinaire dont les deux pôles se trouvaient à ses extrémités. J'ajouterai que l'irrégularité des lignes magnétiques sur la surface du globe exclut une répartition régulière du magnétisme.

» On conçoit combien il est important de définir parfaitement l'état ma-

gnétique de la terre, c'est-à-dire son identité avec un ou plusieurs aimants croisés dont les pôles sont situés dans telle ou telle partie, attendu que, lorsque le magnétisme sera parfaitement défini, la théorie de l'électro-magnétisme indiquera comment des courants électriques doivent être distribués sur la surface du globe pour produire les effets observés.

» Les déductions auxquelles M. Biot a été conduit s'accordent bien, comme l'a démontré M. Barlow, avec l'hypothèse d'un corps soumis à un magnétisme passager par influence. Il résulte effectivement des expériences de ce dernier, que les lois du magnétisme terrestre sont incompatibles avec celles qui appartiennent à un corps dans un état magnétique permanent, tandis qu'elles coïncident parfaitement avec celles qui appartiennent à un corps dans un état passager d'induction magnétique. Ces conséquences, il faut le reconnaître, sont importantes pour la théorie du magnétisme terrestre, mais ne jettent aucun jour sur l'origine électrique de ce magnétisme.

» Jusqu'à l'époque de la découverte de l'électro-magnétisme, l'agent magnétique n'avait aucune connexion avec l'électricité. Il restait isolé dans la nature, et il était impossible de tenter aucune recherche expérimentale touchant l'origine électrique du magnétisme terrestre; mais il n'en fut pas de même ensuite, quoique les expériences faites jusqu'ici n'aient répandu aucune lumière sur la question. Parmi les physiciens qui s'en sont occupés, nous mettrons en première ligne MM. Ampère et Barlow, qui émirent successivement des idées théoriques touchant l'origine électrique du magnétisme terrestre.

» Le premier, assimilant la terre à un aimant, sans se préoccuper de la position des pôles magnétiques terrestres ni de la direction plus ou moins irrégulière des lignes magnétiques, admit l'existence de courants électriques disséminés sur la surface du globe et dirigés de l'est à l'ouest. A l'aide de cette hypothèse, il chercha à expliquer la direction générale de l'aiguille aimantée, ainsi que les variations diurnes et annuelles auxquelles elle est soumise en chaque point du globe, en faisant intervenir la présence du soleil au-dessus de l'horizon et sa hauteur aux diverses époques de l'année. M. Ampère, ne considérant la terre que comme un aimant régulier, envisageait la question sous un point de vue particulier. Il écarta les irrégularités que présentent les phénomènes magnétiques terrestres sur différentes parties du globe, ne les considérant que comme des difficultés de détail que des découvertes ultérieures parviendraient à lever. Cette hypothèse hardie, comme on le verra bientôt, ne saurait être admise.

» M. Barlow, sans chercher à constater l'existence des courants signalés

par M. Ampère, les adopta, à priori, et essaya de reproduire tous les effets du magnétisme terrestre au moyen d'un globe artificiel de bois, sur la surface duquel il distribua une série de courants électriques disposés de manière à ce que leur action tangentielle pût donner partout, à une aiguille aimantée librement suspendue, une direction correspondante. Ce globe, dont les pôles avaient été placés dans la position des pôles magnétiques de la terre, produisit, à la vérité, sur une aiguille aimantée soustraite à l'influence du magnétisme terrestre et placée en diverses positions, le même genre d'action que la terre lui imprimait dans des positions analogues. Ce n'était là, il faut le dire, qu'une représentation de la théorie de M. Ampère, laquelle n'envisageait la terre que comme un aimant parfaitement régulier. Cette théorie, du reste, repose sur ce résultat important, trouvé par M. Ampère, que l'action d'un aimant, auquel il a comparé la terre sur une aiguille aimantée, est la même que celle de courants électriques circulant autour de chaque molécule de cet aimant dans des plans perpendiculaires à cet axe.

» Mais en démontrant par le calcul que l'action était la même, c'est-à-dire que l'on pouvait substituer à l'action d'un aimant celle de courants électriques, il n'était pas dit pour cela que les courants existassent réellement. Ce qu'il y a de certain, c'est que toutes les tentatives faites jusqu'ici pour démontrer l'existence de ces courants ont échoué complétement, comme on va le voir dans un instant. M. Ampère ne pouvant démontrer expérimentalement la substitution en question, c'est-à-dire l'existence de courants électriques, chercha du moins à rendre probable celle-ci. Il partit, à cet effet, de l'hypothèse que le noyau du globe est formé d'un bain métallique recouvert d'une croûte oxydée, et que l'eau et divers agents, en pénétrant par de nombreuses fissures jusqu'au bain, y produisaient une foule de réactions chimiques dont les phénomènes volcaniques nous attestent l'existence. Ces réactions chimiques une fois admises, il partit de là pour dire qu'il en résultait des courants électriques dont l'énergie devait être proportionnée à celle de ces mêmes réactions. On ne voit pas, il faut le dire, comment ces courants pourraient être produits, et, s'ils existaient, comment il se ferait que leur résultante fût dirigée de l'est à l'ouest. Il ne suffit pas, en effet, pour qu'il y ait production d'un courant électrique, qu'un corps réagisse chimiquement sur un autre, cas où il se dégage une énorme quantité d'électricité; il faut encore que les deux corps communiquent ensemble par l'intermédiaire d'un troisième conducteur de l'électricité non attaqué par les agents chimiques, ou du moins ne l'étant que faiblement, relativement à l'action chimique principale. Il faut, en outre, que ce troisième corps, pour reproduire les phénomènes

magnétiques terrestres, se trouve dans le sens des parallèles magnétiques. Sans la présence de corps conducteurs intermédiaires, et dirigés comme on vient de le dire, il n'y a qu'une recomposition tumultueuse des deux électricités dégagées au contact de l'eau et autres substances avec le bain métallique. Bien que cette recomposition soit, en général, tumultueuse, néanmoins, dans certaines circonstances que nous allons indiquer, il se produit des courants électriques affectant mille directions.

» La plupart des composés solides qui constituent la croûte superficielle de notre globe sont des corps oxydés, mauvais conducteurs de l'électricité, et qui, en raison de cela, ne peuvent concourir à la production des courants électriques. Mais il n'en est pas de même des substances métalliques qui remplissent les filons et veinules que l'on trouve dans un grand nombre de localités, et dont la quantité, il faut le dire, est bien minime comparée à celle des roches qui composent la croûte terrestre. Ces substances métalliques, en outre, ne forment que très-rarement des conducteurs très-étendus, par la raison qu'elles sont interrompues par des gangues quartzeuses ou autres non conductrices. Néanmoins, partout où ces substances existent, et lorsqu'elles sont en communication avec les sources d'électricité, il en résulte des courants partiels qui ne sauraient affecter aucune direction fixe, si ce n'est cependant dans quelques cas très-restreints. Les filons, veines et veinules, quand ils renferment des substances conductrices, peuvent donc établir la communication électrique entre le bain métallique et les liquides ou autres agents venus de la surface de la terre par des interstices sans nombre se croisant dans toute sorte de directions. Tels sont les courants électriques qui, d'après les idées de M. Ampère, peuvent circuler dans la croûte de notre globe, et dont la résultante ne saurait être dirigée de l'est à l'ouest, comme il l'avait annoncé. J'ajouterai que, si cette résultante existait, elle ne saurait être influencée par la chaleur solaire qui ne peut exercer son action dans les cavités plus ou moins profondes où s'opèrent les réactions chimiques en question.

» Il est donc démontré que l'existence de courants électro-chimiques, circulant de l'est à l'ouest dans la croûte du globe et imaginés par M. Ampère pour expliquer les phénomènes magnétiques terrestres, ne saurait être admise. Nous verrons, dans un instant, qu'il existe d'autres causes que celles qui viennent d'être signalées, et qui sont capables de produire des courants électro-chimiques, souvent très-énergiques, lesquels néanmoins ne peuvent contribuer en rien à la production du magnétisme terrestre. Il ne reste plus maintenant qu'à examiner si, par hasard, les courants de M. Ampère n'auraient pas une origine calorifique. On sait que la moindre différence de tem-

pérature entre les points de jonction de deux lames ou de deux barreaux de métal différent, formant un circuit fermé, suffit pour troubler l'équilibre des forces électriques et produire des courants thermo-électriques. On sait aussi que ces mêmes effets se montrent dans de simples barreaux de bismuth, d'antimoine ou de zinc, c'est-à-dire de métal cristallisant par refroidissement. La condition première, pour qu'il y ait production d'effets thermo-électriques, est que les circuits soient continus et composés de substances conductrices telles que les métaux, l'anthracite et quelques substances minérales; c'est ce qui a rarement lieu, puisqu'elles sont souvent interrompues par des corps mauvais conducteurs. On ne saurait donc attribuer une origine calorifique aux courants terrestres. Les mêmes difficultés se présentent relativement à la production de courants dus à la différence de température existant entre le noyau central de la terre et la croûte solide qui le recouvre, et dont la température va successivement en s'affaiblissant jusqu'à une certaine distance de la surface. Tels sont les motifs qui ne m'ont pas permis depuis longtemps d'adopter les idées ingénieuses de M. Ampère, touchant la cause à laquelle on doit rapporter le magnétisme terrestre.

» Bien que les considérations précédentes aient dû frapper tous les physiciens, néanmoins un grand nombre d'expériences ont été faites dans le but de constater l'existence de courants électriques terrestres ainsi que leur direction, dans l'espoir de leur faire jouer un rôle important pour expliquer soit le magnétisme terrestre, soit le remplissage des filons, soit les changements qui s'opèrent continuellement dans notre globe. La question change ici de face. Ce ne sont plus des vues théoriques, de simples hypothèses qu'il s'agit d'examiner, mais bien des faits dont il faut apprécier la valeur, afin de montrer jusqu'à quel point les conséquences qu'on en a tirées sont fondées. L'erreur où l'on est tombé, en se livrant à des investigations de ce genre, provient, il faut le dire, en grande partie des traces que la théorie du contact a laissées dans la science.

» Entrons dans quelques détails sur les observations qui ont été faites relativement aux courants électriques terrestres.

» Parmi les substances qui se trouvent ordinairement dans les filons et qui, par leurs propriétés conductrices, ont fixé particulièrement l'attention des expérimentateurs, nous citerons les pyrites de fer, les pyrites cuivreuses, les pyrites arsenicales, le peroxyde de manganèse, le fer magnétique, le cobalt arsenical, la galène, l'argent, le cuivre et l'or métallique, etc., etc.

» Il est bien certain que, lorsque deux de ces substances, prises au hasard, sont en contact et mouillées par un liquide capable d'attaquer l'une d'elles, il

y a production d'un courant électrique. Dans cette circonstance, le contact ne sert qu'à établir le circuit; mais la cause du dégagement de l'électricité réside dans la réaction chimique du liquide sur le corps solide. C'est ce dont on ne s'est pas préoccupé dans les expériences qui ont été faites dans les filons de Cornouailles. On a commencé par rechercher la nature des courants électriques produits par le contact de deux des substances précédemment dénommées et plongeant dans divers liquides. De ces expériences on a tiré les conséquences suivantes : les différents minerais qui sont associés ordinairement dans les mêmes filons s'accordent sous ce rapport, que leur action voltaïque réciproque est généralement très-petite, et que, s'il en était autrement, les apparences de décomposition, dans la même localité, seraient beaucoup plus marquées et plus générales qu'elles ne le sont en réalité. Or, aucune de ces conséquences ne saurait être admise, par la raison qu'on n'a fait attention seulement qu'au simple contact qui est incapable, par lui-même, de dégager de l'électricité, et nullement à l'influence du liquide actif sur l'une des substances en contact. En omettant cette condition indispensable, on entache d'erreur toutes les conséquences que l'on a tirées des faits observés.

» J'arrive maintenant aux expériences entreprises dans le but de mettre en évidence les propriétés électro-magnétiques des filons métallifères de Cornouailles. L'appareil employé par le premier expérimentateur pour étudier ces propriétés se composait de petites plaques de cuivre fixées au moyen de clous de fer sur les parois des galeries ouvertes dans les filons, ou pressées fortement sur ces mêmes parois, au moyen d'étais en bois; ces plaques, mises en communication avec les deux extrémités du fil d'un multiplicateur, ont été placées dans une infinité de positions, et chaque fois on a tenu note de la direction et de l'intensité du courant. Voici les principaux faits qui ont été observés : l'intensité du courant varie suivant les localités ; tantôt la déviation de l'aiguille aimantée est faible, tantôt elle est très-considérable; en général, elle est d'autant plus grande que le filon renferme une plus grande quantité de cuivre et peut-être même en raison de la profondeur des stations. L'action est nulle ou à peine sensible, selon qu'il y a absence ou peu de substances métalliques. Il n'y a aucune action lorsqu'il n'existe qu'une distance de quelques mètres entre les plaques dans une direction horizontale, et qu'il se trouve entre elles une grande quantité de cuivre non interrompue par des substances non conductrices; mais s'il existe, par hasard, dans le filon, du quartz ou de l'argile, l'action est ordinairement bien marquée; il en est encore de même quand les deux plaques sont placées à diverses profondeurs dans la même veine ou dans des veines différentes. Les courants sont dirigés tantôt dans un

sens, tantôt dans un autre. En comparant les filons ou veines parallèles, on a cru remarquer que l'électricité positive se dirigeait du nord au sud, quoique le contraire ait lieu dans quelques cas.

» Dans les veines dirigées vers le nord, l'est est ordinairement positif, et l'ouest négatif. Enfin, en comparant l'état des filons à différentes profondeurs, on a cru reconnaître que les stations inférieures paraissaient négatives relativement à celle d'en haut, sans cependant que cela soit une règle générale, puisque le contraire a lieu quand une veine transversale de quartz ou d'argile est interposée entre les plaques. On voit par là qu'il n'y a aucune régularité dans la marche des phénomènes observés. Dans une autre série d'expériences faites après la précédente, en employant les mêmes moyens d'expérimentation, on a obtenu des résultats à peu près semblables. On a reconnu seulement, en outre, que dans les filons qui ne produisent que de l'étain, et dont plusieurs sont en contact avec le cuivre, on n'aperçoit aucune trace de courant, si ce n'est dans les cas où l'espace intermédiaire est rempli d'un riche minerai de cuivre; de plus, la présence de l'électricité est plus marquée quand la veine renferme des pyrites cuivreuses, du cuivre vitreux, du cuivre noir, de la galène et de la blende, et elle est inappréciable lorsqu'il n'existe pas de parties métalliques; enfin, que des veines renfermant des pyrites cuivreuses, du cuivre gris et de la galène, d'autres du carbonate, du phosphate de plomb et du cuivre gris, n'indiquent aucune trace d'électricité. Parmi tous ces faits, il y en a quelques-uns qui peuvent être exacts, et d'autres sur l'origine desquels on s'est trompé, sans aucun doute; en effet, comment ont agi les expérimentateurs pour constater l'existence des courants? Ils ont pris deux lames de cuivre, dans un état quelconque, et, après les avoir appliquées sur les parois des galeries de mine, ils les ont mises en relation avec un multiplicateur. Or, deux lames de cuivre produisent toujours un courant électrique dans leur contact avec l'eau toutes les fois que leurs surfaces ne sont pas parfaitement identiques. Cette identité n'ayant lieu que très-rarement, l'effet électrique est d'autant plus marqué que l'eau renferme plus de sels en dissolution, pouvant réagir chimiquement sur les corps étrangers adhérant aux surfaces. Il en est encore de même en substituant aux lames de cuivre deux lames de platine dont les surfaces ne sont pas identiquement les mêmes. Dans les expériences faites dans les mines de Cornouailles, les effets secondaires dont je viens d'indiquer la cause n'ont pas été distingués des effets directs. On conçoit effectivement que l'eau plus ou moins chargée de diverses substances adhérant aux parois des galeries sur lesquelles on plaçait les plaques de cuivre, a dû réagir plus ou moins éner-

giquement, suivant la nature des sels renfermés dans l'eau, sur le cuivre et les clous de fer qui servaient à les fixer; d'où sont résultés, par conséquent, des courants électriques souvent énergiques, qui ont dû se confondre, masquer entièrement ou détruire partiellement les courants dont je vais parler, et sur l'existence desquels les expérimentateurs n'avaient aucune idée.

» Je pose d'abord en principe, et je le prouverai, qu'il y a souvent, dans la terre, une énorme quantité d'électricité libre à chaque instant, par suite de réactions chimiques, dont on ne s'est pas encore occupé, laquelle est capable de produire des effets chimiques, toutes les fois qu'elle rencontre sur sa route des corps conducteurs dont la présence est indispensable pour déterminer la production de courants électriques.

» La production de cette électricité rentre dans la loi générale qui régit le dégagement de l'électricité dans les actions chimiques; pour bien concevoir cette production, il est bon de rappeler en quelques mots en quoi consiste la constitution de la croûte superficielle du globe. Cette croûte a été partagée en quatre grandes divisions ou formations, en raison de l'âge relatif de chacune d'elles, de la nature et de la composition des substances dont elles sont formées, de la présence ou de l'absence de corps organisés ou de leurs débris, servant à les caractériser. Chacune de ces formations est elle-même formée d'un grand nombre d'autres formations séparées quelquefois par des argiles, des sables ou autres substances perméables à l'eau. Tous ces terrains, par suite de soulèvements ou de commotions que la croûte a éprouvés, à diverses époques, ont été plus ou moins disloqués, fendus dans une infinité de directions, de sorte que la plus grande partie de ces terrains livrent passage à l'eau qui, chargée d'air et tenant en dissolution diverses substances, humecte les parois de ces fentes, et par suite les roches encaissantes, et détermine plus ou moins leur décomposition. Si nous considérons, en effet, successivement les quatre ordres de terrains étudiés par les géologues, terrains tertiaires, terrains secondaires, terrains intermédiaires et terrains anciens, nous voyons de toutes parts des traces de décomposition sur lesquelles nous reviendrons dans le second chapitre de ce Mémoire, afin de montrer jusqu'à quel point l'électricité peut intervenir dans leur production.

» Si nous considérons en premier lieu la formation tertiaire, nous trouvons d'abord les terrains d'alluvion et diluviens composés de graviers, de sables et d'argile, etc., etc., tous très-perméables à l'eau, et pouvant servir, par conséquent, à transmettre à de grandes distances des courants électriques dus à une cause quelconque. Au-dessous se montrent les calcaires d'eau douce et marine qui, lorsqu'ils sont parfaitement compactes, sans fissures,

ne livrent point passage à l'eau, ou du moins très-difficilement, cas assez rare, mais dont les parties inférieures, séparées par des sables siliceux ou des marnes argileuses, sont conductrices de l'électricité en raison de l'eau qui les imprègne. Au-dessous se rencontrent des lits de gypse, séparés encore par des marnes plus ou moins humides, pouvant servir également à transmettre les courants électriques à de très-grandes distances. Au-dessous, enfin, se trouve cette argile plastique pénétrée d'humidité, formant souvent des dépôts épais, et pouvant contribuer également au transport de l'électricité.

» Dans les terrains secondaires, chacune de leurs divisions nous présente des calcaires avec leur argile, leur sable ou leur grès, pouvant servir à la transmission des courants électriques.

» Dans les terrains intermédiaires, il existe une série de couches alternatives de houille, de schiste, de grès, de roches de diverse nature, quelquefois séparées par de l'argile, et présentant par conséquent çà et là des parties plus ou moins perméables à l'eau.

» Dans les terrains primitifs, d'après la nature des roches qui les composent, l'eau n'y peut pénétrer que par les fentes ou fissures résultant des dislocations qui ont eu lieu lors des soulèvements et des tremblements de terre, ou bien en vertu de décompositions successives dues à l'action de l'eau, de l'air et d'autres agents chimiques.

» Quant aux filons ce sont, comme on le sait, des fentes d'une grande étendue, faites, la plupart du temps, dans les temps anciens, et remplis postérieurement par des substances métalliques et des composés pierreux appelés *gangues*. Ces remplissages ont été effectués soit par voie ignée ou de volatilisation, soit par voie aqueuse ou de dépôts venus de la surface de la terre. Ces filons livrent presque toujours passage à de l'eau renfermant différents sels ou composés provenant de sa réaction sur les substances qu'elle rencontre, laquelle gêne souvent les exploitants.

» On voit donc, d'après ce court exposé, que l'eau se trouve en plus ou moins grande quantité dans les diverses formations de la croûte superficielle de notre globe, et principalement dans les parties composées de sable, d'argile, de roches poreuses, de roches fendillées ou en décomposition, de roches enfin perméables à l'eau, en vertu d'action capillaire. Comme ces terrains s'étendent souvent à de très-grandes distances, s'il existe dans la terre de l'électricité ayant une tension suffisante, ils peuvent servir à la transporter au loin et même jusqu'aux substances métalliques qui remplissent les filons, et dont la plupart sont conductrices de l'électricité.

» Mais, par cela même que l'on trouve dans la terre des conducteurs liquides et solides, ainsi que des causes qui dégagent de l'électricité, comme je vais le démontrer, il ne s'ensuit pas qu'il existe des courants électriques, il faut, pour qu'ils se manifestent, des circuits fermés mixtes, dans lesquels se trouve au moins un corps solide conducteur. Toutes les fois que cette condition n'est pas remplie, il n'y a qu'une recomposition tumultueuse d'électricité. Voyons maintenant quelles sont les causes qui peuvent donner lieu à un dégagement d'électricité dans la terre, ainsi que les circonstances qui amènent la production des courants.

» Je m'attacherai particulièrement aux argiles, qui par leur nature se prêtent parfaitement à mes vues; il sera facile ensuite d'étendre à d'autres terrains perméables à l'eau ce que j'en aurai dit. Je suppose une vaste étendue de terrain argileux, humide, dont une partie renferme du sulfate de chaux, et dont l'autre en soit privée; il est bien évident que l'eau qui humectera la première se chargera de sulfate, tandis que l'autre en sera privée. Que résultera-t-il de là? L'eau chargée de sulfate de chaux réagira sur celle qui n'en renferme pas, de manière à lui céder une portion du composé qu'elle tient en dissolution; cette réaction s'opérera, bien entendu, sur toute la surface de contact; pendant cette réaction, il y aura un dégagement d'électricité tel, que l'eau saturée rendra libre de l'électricité positive, et l'eau qui ne l'est pas, de l'électricité négative. Ces deux électricités se recombineront tumultueusement à la surface de contact, pour former du fluide neutre, sans pour cela qu'il y ait courants électriques. Supposons maintenant que la végétation se soit développée à la partie supérieure de ces argiles; des racines et des radicelles pénétreront dans l'intérieur à de très-grandes profondeurs, comme du reste on en a fréquemment des preuves en examinant ces terrains. Dès l'instant que la végétation aura cessé, les racines se décomposeront et se changeront en matières carbonacées et conductrices de l'électricité. Ces débris de racines seront autant de conducteurs qui détermineront la circulation du fluide électrique; mais, comme les racines et radicelles affectent mille directions diverses, il s'ensuit qu'on aura une infinité de petits courants dont la résultante changera d'un point à un autre. Substituons, par la pensée, aux racines décomposées, des pyrites qui se trouvent souvent dans les argiles ou d'autres substances minérales conductrices apportées par les eaux et déposées par elles, telles que du peroxyde de manganèse, etc., tous ces corps rempliront les mêmes fonctions que les racines décomposées, et seront également le lieu d'une infinité de courants

électriques capables de produire des effets électro-chimiques dont je parlerai dans le second chapitre.

» Dans l'état actuel des choses, il est impossible de concevoir des courants électriques terrestres ayant une autre origine que celle que je viens d'indiquer; l'expérience est venue confirmer toutes mes prévisions.

» On conçoit parfaitement qu'au lieu d'argile j'aurais pu prendre toute autre substance, toute autre roche perméable à l'eau; de même qu'au lieu de sulfate de chaux j'aurais pu admettre que l'eau renfermait une des substances dont elle se charge ordinairement en traversant les différents terrains. Maintenant, supposons qu'on substitue aux racines décomposées, aux pyrites ou autres substances conductrices, deux lames de platine parfaitement homogènes et en relation avec un multiplicateur, et que l'une de ces lames soit introduite dans l'argile humectée d'une solution de sulfate de chaux ou d'une autre substance, et l'autre dans l'argile qui ne renferme que de l'eau pure; il est bien évident que la première lame s'emparera de l'électricité positive que dégage le liquide saturé dans sa réaction sur celui qui ne l'est pas, tandis que l'autre lame s'emparera de l'électricité négative. De là, courant électrique, qui manifestera son action sur l'aiguille aimantée tant que les lames de platine ne seront pas polarisées.

» Eh bien, j'ai fait un grand nombre d'expériences pour constater l'existence de courants électriques dus à la cause que je viens de signaler; toutes m'ont donné les résultats les plus satisfaisants; mais comme il est inutile d'en citer un trop grand nombre, je me bornerai à rapporter les trois principales séries que j'ai faites l'été dernier, en France, en Suisse et en Savoie, dans les circonstances les plus propres pour bien mettre en évidence les principes que je viens d'exposer.

» J'ai opéré, 1° sur une couche étendue d'argile, dont une portion était saturée de chlorure de sodium, et dont l'autre n'en renfermait pas ou n'en renfermait que très-peu; 2° sur un terrain conducteur de l'électricité dont une partie était à la température 0 degré jusqu'à une certaine profondeur, et dont l'autre était à 10 ou 12 degrés; 3° sur deux portions de terrains, dont l'une était à 40 degrés environ et l'autre à 12 degrés. Les conditions, dans le premier et le troisième cas, étaient les plus propres à donner des courants énergiques.

Première série d'expériences.

» Les expériences de cette série ont été faites dans la mine de sel gemme de Dieuze. On sait que le sel gemme, dans cette localité comme dans tous

les gisements analogues, se trouve dans les marnes irisées, et que les bancs de cette substance alternent avec des bancs d'argile renfermant plus ou moins de sel, ainsi qu'une très-petite quantité d'eau plus ou moins saturée. Je me trouvais donc dans les conditions les plus favorables pour avoir des courants énergiques : je me suis placé dans une galerie taillée dans un banc de sel gemme ayant environ 4 mètres de hauteur; les parois de cette galerie, ainsi que le toit, sont en sel gemme, et le sol est argileux; quoique l'air soit très-sec, les parois et le sol renferment néanmoins assez d'eau pour conduire les courants électriques.

» *Première expérience.* — Le multiplicateur ayant été établi solidement sur une planche posée sur le sol, une lame de platine non polarisée, en communication avec l'un des bouts du fil, fut appliquée sur l'une des faces de la galerie; une autre lame, également en relation avec l'autre bout du fil, fut introduite dans l'argile du sol, à une distance de 55 mètres. L'aiguille aimantée fut chassée vivement de sa position d'équilibre, et alla frapper l'arrêt en se maintenant à 90 degrés. Le sens de la déviation était tel, que la lame en contact avec le sel gemme prit l'électricité positive, résultat facile à expliquer quand on se rend compte de la réaction de l'eau saturée sur celle qui ne l'est pas, par l'intermédiaire des couches d'argile ou de marne qui les séparent. Pour mettre hors de doute cette explication, je fis l'expérience suivante :

» *Deuxième expérience.* — Une des lames fut appliquée sur le sol, l'autre placée à une distance de 77 mètres également sur le sol; je versai une petite quantité d'eau saturée de sel sur la partie même où était posée la seconde lame. Le courant, à l'instant où le circuit fut fermé, fut si intense, que l'aiguille fut chassée avec une grande force contre l'arrêt, et continuait à être agitée. Sa direction était dans le même sens que précédemment, c'est-à-dire que la lame en contact avec l'argile humectée d'eau saturée, avait pris de l'électricité positive. L'expérience fut répétée avec le même succès en plaçant les lames à une distance de 150 et même 200 mètres. Je ne doute pas qu'à des distances beaucoup plus considérables les résultats n'eussent été les mêmes.

» *Troisième expérience.* — Cette fois chaque lame fut tenue entre les doigts légèrement humectés d'eau, par une personne placée précisément à l'endroit même où se trouvait cette lame dans l'expérience précédente. Les résultats furent semblables, à l'intensité près. Dans ce cas, les corps des deux observateurs servaient de conducteurs à l'électricité dégagée dans la réaction de la dissolution saturée sur celle qui ne l'était pas. Or, comme le corps humain est mauvais conducteur, il fallait dans cette circonstance que

la tension de l'électricité fût assez forte pour vaincre la résistance qu'il lui présentait.

» *Quatrième expérience.* — Les lames furent placées cette fois de telle manière que les résultats devaient être encore plus frappants que dans les expériences précédentes. L'une d'elles fut placée sur le sel gemme, l'autre à 130 mètres de distance dans le sol en dehors de la mine, le fil conducteur traversant le puits. De cette manière, la première lame se trouvait en contact avec de l'eau saturée de sel, tandis que l'autre était en contact avec de l'eau qui n'en renfermait pas sensiblement; l'aiguille fut encore chassée avec violence dans un sens annonçant que les effets électriques produits étaient dus à la réaction de la dissolution saturée sur l'eau qui humectait la terre végétale à la surface du sol; cette réaction s'opérait de proche en proche au moyen de l'eau, humectant les argiles et les bancs de sel gemme intermédiaires. Tout le terrain entre le sol et le grand banc de sel gemme est composé, comme je l'ai déjà dit, de couches alternatives de bancs de sel gemme et d'argile. Cette expérience et les précédentes démontrent donc, de la manière la plus évidente, que les effets électriques obtenus provenaient d'une réaction chimique dont la nature était bien déterminée, et pouvaient être transmises à de grandes distances. Mais sans l'emploi de lames de platine pour former un circuit fermé, il n'y aurait pas eu de courants électriques, à moins qu'il ne se fût trouvé dans les argiles des corps conducteurs de l'électricité semblables à ceux qui ont déjà été mentionnés. Les faits observés dans cette série d'expériences confirment complétement l'explication que j'ai donnée des courants électriques terrestres.

» *Cinquième expérience.* — Les masses de sel gemme en contact avec les couches d'argile humectées d'eau, ayant une vaste étendue, et étant de bons conducteurs, il n'est pas étonnant qu'en réagissant les unes sur les autres, les deux lames de platine aient recueilli une quantité considérable d'électricité; je me trouvais donc dans des conditions favorables pour que le courant pût opérer des décompositions électro-chimiques. Je ne laissai pas échapper l'occasion de vérifier ce fait : deux lames de platine furent placées à une distance d'environ 80 mètres, l'une dans le sol de la galerie, l'autre appliquée avec pression sur l'une des parois latérales. A chacune d'elles était fixé un fil de platine, auquel était attaché un fil de cuivre terminé par un fil de platine. Ces précautions avaient été prises pour que l'eau salée qui humectait la lame n'attaquât pas le fil de cuivre. Cette même précaution avait été prise dans les expériences précédentes. Les deux extrémités libres des deux fils furent placées sur une bande de papier préparé avec l'amidon, et humecté

d'une solution d'iodure de potassium; la présence de l'iode ne tarda pas à se faire remarquer autour du fil formant le pôle positif. La tension de l'électricité était donc suffisante pour opérer une décomposition chimique. Je ferai observer que toutes les expériences ont été répétées en intervertissant les lames, c'est-à-dire en plaçant l'une à la place de l'autre, et réciproquement, afin de se garantir des effets de polarisation accidentelle que manifestent toujours les lames de platine quand elles ont fonctionné pendant quelque temps.

» J'ajouterai que les lames qui m'ont servi avaient une forme carrée de 6 centimètres de côté. Si je me fusse servi de grandes lames, et que j'eusse fait déboucher l'électricité recueillie dans une dissolution saline, au moyen de deux fils fins de platine, on conçoit quelle aurait été l'énergie de la force décomposante. En opérant avec des lames de platine, je m'étais placé dans une condition défavorable; mais si, à la place de celle qui prenait à la terre l'électricité négative, j'eusse employé une lame de zinc, on aurait eu alors un courant capable de produire toutes sortes de décompositions.

Seconde série d'expériences.

» *Première expérience.* — Les expériences faites dans les salines de Dieuze ont été répétées sur la mer de glace du Montanvert, au-dessus de la vallée de Chamouny, en suivant exactement les mêmes indications et avec le même multiplicateur, les lames et les fils qui m'avaient déjà servi. L'une des lames de platine fut appliquée avec adhérence sur un bloc de glace, l'autre introduite dans la terre à environ 50 mètres de distance. La température de la terre où se trouvait la lame était alors de 11 degrés. L'aiguille aimantée fut chassée par première projection à 40 degrés et se fixa à 12. Dans une seconde expérience, le résultat fut sensiblement le même. Le sens de la déviation indiquait que la lame placée sur le bloc de glace avait pris l'électricité négative; en tenant entre les doigts, comme dans la saline de Dieuze, la lame de platine qui avait été introduite dans la terre, l'aiguille aimantée fut déviée dans le même sens, mais pas autant qu'avant, la déviation par première projection n'étant que de 20 degrés. Il fallait, pour que cet effet fût produit, que la tension de l'électricité fût assez considérable, malgré la mauvaise conductibilité du corps humain. Le sens du courant indiquait que les effets électriques ne provenaient pas de la réaction de l'eau froide sur l'eau chaude; car, si cela eût été, le courant aurait été dirigé en sens inverse; il fallait donc qu'ils provinssent de la réaction des liquides diffé-

rents humectant les terrains, se trouvant dans le circuit dont les lames de platine faisaient partie. Pour m'en assurer, j'ai opéré comme il suit:

» *Deuxième expérience.* — La lame qui était placée en terre dans l'expérience précédente fut mise en contact avec un second bloc de glace, situé à une distance d'environ 60 mètres du premier. La déviation eut lieu encore dans le même sens. Les deux lames étaient évidemment à la même température; par conséquent, les effets électriques devaient provenir d'une réaction chimique et non d'une action calorifique. Je ferai observer que les courants obtenus sur les glaciers n'avaient qu'une faible intensité comparés à ceux obtenus à Dieuze, par la raison que la glace, étant mauvais conducteur, ne pouvait transmettre qu'une faible portion de l'électricité dégagée dans la réaction des terrains inférieurs. Il est probable que si le soleil qui brillait alors n'eût pas fait fondre une petite quantité de glace à la surface des blocs, ceux-ci auraient été privés sensiblement du pouvoir conducteur.

Troisième série d'expériences.

» Je dus répéter les mêmes expériences dans une localité où les différences de température étaient beaucoup plus grandes. Je choisis, en conséquence, l'établissement des bains d'Aix en Savoie, où la température de certaines sources s'élève jusqu'à 50 degrés.

» *Première expérience.* — Après avoir fait les mêmes dispositions que précédemment, une des lames fut plongée dans l'eau de la source dite eau de soufre, dont la température était d'environ 43 degrés, et l'autre dans de l'eau pure coulant à la surface du sol, et dont la température était de 13 degrés. Les distances des deux stations étaient de 4 mètres en hauteur et de 6 mètres en largeur. A l'instant où le circuit fut fermé, l'aiguille frappa fortement l'arrêt à 90 degrés. Le sens de la déviation indiquait que la lame plongée dans la source sulfureuse chaude prenait l'électricité négative, ce qui indiquait que les effets électriques pouvaient provenir de la réaction de l'eau chaude sur l'eau froide; l'effet fut encore le même en intervertissant les lames afin de se mettre en garde contre les effets de polarisation secondaires.

» *Seconde expérience.* — L'une des lames fut placée dans la source d'alun, dont la température est un peu moins élevée que la précédente; l'autre dans l'eau d'un ruisseau coulant à la surface, et dont la température était de 13 degrés. L'aiguille aimantée fut encore fortement déviée, puisqu'elle alla frapper l'arrêt placé à 90 degrés. Il est hors de doute que si j'eusse essayé de produire des décompositions chimiques, j'eusse obtenu les mêmes effets qu'à Dieuze.

» Ces trois séries d'expériences ont été faites dans les circonstances les plus favorables pour montrer quelles sont les causes en vertu desquelles on obtient des courants électriques dans les mines, en se servant, non pas, comme on l'a fait jusqu'ici, de lames en cuivre qui donnent des effets secondaires dus à la réaction chimique du liquide sur le métal, mais bien de lames de platine, dont les surfaces sont très-homogènes.

» Si l'on se transporte dans un filon exploité de galène ou de pyrites cuivreuses avec un multiplicateur et des lames de platine fixées à des fils du même métal, et qu'on opère comme je l'ai fait précédemment, on pourra prédire à l'avance le sens du courant, quand on connaîtra la nature des eaux qui humectent les parois des galeries et des terrains environnants.

» L'explication que je viens de donner de la production des courants électriques terrestres repose sur des faits tellement concluants, que je la crois à l'abri de toute objection. Il est donc prouvé maintenant qu'il n'existe réellement de ces courants que lorsque deux terrains en contact, d'une nature quelconque, sont humectés, que l'eau de l'un tient en dissolution des composés qui ne se trouvent pas dans l'autre, et que l'un et l'autre terrains ont traversés par des substances conductrices, telles que matières carbonacées, pyrites, galène, etc. Si tous ces corps ne forment pas des conducteurs continus, il y aura autant de courants partiels, et par suite de centres d'action décomposante qu'il y a de conducteurs séparés. J'ai encore plusieurs observations à présenter, et qui ne sont pas sans quelque importance dans les circonstances actuelles, où de toutes parts on s'occupe de l'établissement de télégraphes électriques, et de la possibilité de se servir de la terre comme d'un conducteur.

» L'existence de courants terrestres peut être constatée, comme je m'en suis assuré, dans une foule de localités où l'on ne soupçonne pas des différences notables dans la nature des terrains, et cela uniquement par suite des eaux qui les humectent. Il suffit, pour cela, de placer dans un terrain quelconque, à la distance de quelques mètres, deux lames de platine très-propres, en relation avec un multiplicateur; la déviation de l'aiguille aimantée indiquera presque toujours une différence de composition dans les portions de terrain qui paraissent identiques.

» En substituant à la lame de platine qui prend au terrain l'électricité négative une lame de zinc, alors le courant résultant de l'action de ce dernier s'ajoute à celui fourni par la terre, et l'effet électro-chimique devient très-manifeste. On conçoit, d'après cela, que lorsqu'on transmet un courant à travers la terre, au moyen de deux lames de métal, ce courant peut s'ajouter

ou aller en sens inverse du courant local; son intensité se trouve ainsi augmentée ou diminuée. C'est une considération à laquelle on ne saurait se dispenser d'avoir égard quand on veut obtenir un maximum d'effet.

» Il pourrait se faire encore que des sources énergiques d'électricité, comme celles que j'ai trouvées dans la Lorraine et la Savoie, situées entre les électrodes ou réophores, fussent déchargées, quoiqu'à de grandes distances, par l'intermédiaire des terrains humides qui les séparent de ces mêmes électrodes.

» J'ajouterai enfin qu'on ne doit pas être étonné de l'énorme quantité d'électricité recueillie dans mes expériences avec de très-petites lames de platine, quand on songe que les sources d'où elles émanaient avaient une très-grande étendue, et qu'elles devaient leur en céder en raison même de leur étendue.

» Dans un second Mémoire, j'examinerai les effets chimiques produits sur les roches et autres substances qu'elles renferment, par les courants dont je viens d'indiquer l'origine, ainsi que les produits secondaires qui en résultent. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur les propriétés de certaines factorielles, et sur la décomposition des fonctions en facteurs; par* M. **Augustin Cauchy**.

« Les factorielles que j'ai nommées *géométriques* sont celles que l'on obtient, quand on multiplie les uns par les autres des binômes dont les premiers termes sont tous égaux entre eux, tandis que les seconds termes forment une progression géométrique. Lorsque l'on prend pour raison de la progression géométrique une certaine variable x, la factorielle géométrique devient une fonction de x; et si, le premier terme de chaque binôme étant réduit à l'unité, le nombre des facteurs devient infini, alors, pour que la factorielle conserve une valeur finie et déterminée, il sera généralement nécessaire que le module de x devienne inférieur à l'unité.

» Au reste, la factorielle géométrique, telle que je l'ai définie, se trouve comprise, comme cas particulier, dans une classe très-nombreuse de factorielles dont on peut obtenir l'une quelconque, en substituant aux termes de la progression géométrique les termes correspondants d'une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de la variable x. Il est d'ailleurs facile de s'assurer que les valeurs de x, qui rendent la série convergente, sont aussi généralement celles qui rendent convergente la factorielle elle-même, de manière à fournir une valeur finie et déterminée de cette factorielle.

» On peut se demander quelles valeurs doivent acquérir les coefficients numériques de la série, pour que la factorielle représente une fonction donnée. Diverses méthodes sont applicables à la solution de ce dernier problème. On peut effectivement le résoudre, soit à l'aide de la division algébrique, soit en recourant à la méthode des coefficients indéterminés, soit à l'aide des logarithmes.

» Je me propose, dans un autre article, de rechercher *à priori* quelles sont les valeurs de la variable x qui permettent de transformer une fonction donnée de cette variable en factorielles convergentes de l'espèce de celles que je viens d'indiquer.

» Je montrerai d'ailleurs quels sont les avantages que l'on peut retirer de la considération des factorielles pour simplifier les applications de la méthode logarithmique, spécialement dans les problèmes d'astronomie.

ANALYSE.

» Désignons par x une variable réelle ou imaginaire dont le module soit r. Les divers termes d'une série ordonnée suivant les puissances entières et positives de x seront de la forme

$$(1)\qquad a_0,\quad a_1 x,\quad a_2 x^2,\quad a_3 x^3,\ldots.$$

Si d'ailleurs on nomme ρ_n le module de a_n, et k la plus grande des limites vers lesquelles converge, pour des valeurs croissantes de n, la valeur de l'expression

$$(\rho_n)^{\frac{1}{n}},$$

le produit kr sera le module de la série (1), qui restera convergente pour tout module de x inférieur à $\frac{1}{k}$. Faisons maintenant

$$(2)\qquad \mathrm{P} = (1 + a_0)(1 + a_1 x)(1 + a_2 x^2)(1 + a_3 x^3)\ldots,$$

et

$$(3)\qquad \mathrm{P}_n = (1 + a_n x^n)(1 + a_{n+1} x^{n+1})\ldots,$$

n désignant un nombre entier qui pourra être supposé très-considérable. Pour que la *factorielle* représentée par la lettre P conserve une valeur finie et déterminée, il sera nécessaire et il suffira que la factorielle P_n conserve elle-même une valeur finie et déterminée. Pour que cette dernière condition

se trouve remplie, il sera nécessaire, non-seulement, que le produit

$$a_n x^n$$

diffère peu de zéro pour de grandes valeurs de n, mais encore que la série

$$(4) \qquad l(1 + a_n x^n), \quad l(1 + a_{n+1} x^{n+1}), \ldots$$

reste convergente, la lettre caractéristique l indiquant un logarithme népérien. Or, le module de la série (4) se réduisant au produit kr, aussi bien que le module de la série (1), on en conclura que la série (4), et par suite les factorielles (2) et (3), seront convergentes ou divergentes, suivant que le module r de x sera inférieur ou supérieur à $\frac{1}{k}$.

» Les valeurs des coefficients $a_1, a_2, a_3, \ldots$, que renferme le second membre de la formule (2), déterminent la nature de la fonction P. Supposons maintenant que cette fonction soit donnée *à priori* et qu'elle ait été développée en une série convergente ordonnée suivant les puissances ascendantes de x, en sorte qu'on ait

$$(5) \qquad P = A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + \ldots.$$

On pourra chercher à déduire des coefficients $A_0, A_1, A_2, \ldots$ les coefficients $a_0, a_1, a_2, \ldots$. On y parviendra sans peine en partant de l'équation

$$(6) \quad A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + \ldots = (1 + a_0)(1 + a_1 x)(1 + a_2 x^2)\ldots,$$

qui doit être vérifiée tant que les deux membres restent convergents. Or, on trouvera d'abord, en posant $x = 0$,

$$A_0 = 1 + a_0,$$

et par suite on aura

$$(7) \quad \begin{cases} 1 + \frac{A_1}{A_0} x + \frac{A_2}{A_1} x^2 + \ldots = (1 + a_1 x)(1 + a_2 x^2)(1 + a_3 x^3) + \ldots \\ \qquad = 1 + a_1 x + a_2 x^2 + (a_3 + a_1 a_2) x^3 + \ldots; \end{cases}$$

puis on en conclura

$$(8) \qquad a_1 = \frac{A_1}{A_0}, \quad a_2 = \frac{A_2}{A_1}, \quad a_3 + a_2 a_1 = \frac{A_3}{A_2}, \ldots.$$

Ces dernières équations fourniront le moyen de déterminer successivement les valeurs de a_1, a_2, a_3,.... On pourrait aussi, après avoir déterminé a_1 par la première des équations (8), diviser par $1 + a_1 x$ le polynôme

$$1 + \frac{A_1}{A_0} x + \frac{A_2}{A_0} x^2 + \ldots,$$

ordonné suivant les puissances ascendantes de x; puis, égaler ce quotient au produit

$$(1 + a_2 x^2)(1 + a_3 x^3) + \ldots = 1 + a_2 x^2 + a_3 x^3 + \ldots,$$

et déterminer ainsi la valeur de a_2. On pourrait encore, après avoir trouvé le coefficient a_2, appliquer à la recherche du coefficient a_3 une nouvelle division algébrique, en prenant pour diviseur le binôme $1 + a_2 x$, etc.... Enfin il est clair que, si l'on suppose le logarithme népérien l(P) développé en série, en sorte qu'on ait

$$(9) \qquad \mathrm{l}(P) = B_0 + B_1 x + B_2 x^2 + \ldots,$$

on pourra déduire a_1, a_2, a_3,... de l'équation

$$(10)\left\{\begin{aligned} & B_0 + B_1 x + B_2 x^2 + \ldots = \mathrm{l}(1 + a_0) + \mathrm{l}(1 + a_1 x) + \mathrm{l}(1 + a_2 x^2) + \ldots \\ & = \mathrm{l}(1 + a_0) + a_1 x + \left(a_2 - \frac{1}{2} a_1^2\right) x^2 + \left(a_3 + \frac{1}{3} a_1^3\right) x^3 + \left(a_4 - \frac{1}{2} a_2^2\right) x^4 + \ldots \end{aligned}\right.$$

En effet, l'équation (10) entraîne les suivantes

$$(11)\left\{\begin{aligned} & \mathrm{l}(1 + a_0) = B_0, \\ & a_1 = B_1, \quad a_2 - \frac{1}{2} a_1^2 = B_2, \quad a_3 + \frac{1}{3} a_1^3 = B_3, \quad a_4 - \frac{1}{2} a_2^2 = B_4, \ldots, \end{aligned}\right.$$

desquelles on tirera successivement les valeurs de a_1, a_2, a_3,... »

M. **Duméril**, en présentant le sixième volume de son *Erpétologie*, s'exprime ainsi :

« Le volume que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie est le sixième de l'ouvrage sur les reptiles, que M. Bibron et moi publions sous le titre d'*Erpétologie générale et complète*. Il traite uniquement de l'ordre des Serpents; mais il ne comprend que l'histoire générale des Ophidiens et celle de quelques-unes des espèces non venimeuses.

» L'étude des animaux de cet ordre a offert jusqu'ici de très-grandes difficultés : les serpents étant privés de membres, les organes généraux pour leurs mouvements sont à peu près les mêmes, ainsi que ceux qui sont destinés à leur procurer les sensations; et chez eux, tous les instruments qui servent à la digestion, à la respiration, à la circulation et à la reproduction sont, en apparence, absolument semblables. Leurs caractères étant par cela même trop naturels, il a fallu en découvrir d'autres, essentiellement propres à les faire distinguer en genres et en espèces, à l'aide d'une méthode rigoureuse. Nous espérons être parvenus à ce résultat, depuis longtemps désiré dans la science, par l'examen comparatif que nous avons fait des parties solides qui composent la bouche des serpents. Comme les mâchoires et les dents sont, chez ces reptiles, les principaux et même les seuls agents destinés à la préhension des aliments, il était nécessaire que ces instruments, indispensables à leur genre de vie, fussent en rapport avec la nature et le volume de la proie dont ces animaux doivent s'emparer et se nourrir.

» Convaincus du rôle important que les mâchoires remplissent dans l'économie et de la facilité que l'on trouve, quand on a bien étudié la structure de la tête des serpents, pour reconnaître et distinguer les formes de ces pièces solides, même à travers la peau, en raison du peu d'épaisseur des chairs qui les recouvrent, nous avons fait mettre à nu et représenter cette partie du squelette, chez un très-grand nombre d'espèces différentes, choisies dans les tribus qui nous paraissaient être d'ailleurs les plus naturelles, et ce procédé nous a fourni de très-heureux résultats (1).

» C'est ainsi qu'aujourd'hui, par l'examen comparatif que nous avons fait de près de cinq cents espèces, que nous avions à étudier et à décrire, nous avons pu les classer méthodiquement et les caractériser de manière à diviser l'ordre entier des Ophidiens en cinq sections bien distinctes, et celles-ci en familles et en genres qui réunissent les espèces. Ces indications caractéristiques viendront puissamment en aide aux naturalistes pour leurs déterminations qui étaient restées jusqu'ici excessivement embarrassantes et trop souvent impossibles.

» Favorisés par les circonstances de notre position au Muséum d'histoire naturelle, où nous dirigeons cette partie des collections qui, sans contredit,

---

(1) Plus de cent cinquante têtes osseuses de Serpents, préparées dans ce but, ont été placées sous les yeux des membres de l'Académie pendant la séance de ce jour.

est maintenant la plus considérable qui existe dans le monde entier, nous avons pu voir, rapprocher et comparer entre elles les espèces de toutes les régions de la terre, dont un très-grand nombre nous étaient inconnues, et constater, sur beaucoup d'individus d'une même race, les modifications et les variétés produites par l'âge, les dimensions, le sexe, et quelquefois par le climat.

» Depuis huit ans que nous avions terminé, avec le cinquième volume de notre *Erpétologie*, l'étude de l'ordre des Lézards, nous recevions très-souvent des serpents que nous étions forcés de reconnaître et de décrire comme des espèces nouvelles, de sorte que notre travail ne pouvait se terminer. Dans l'intérêt de la science, nous avions cru devoir suspendre la rédaction définitive de l'ophiologie, en continuant cependant de recueillir, avec persévérance et activité, tous les documents qui nous étaient indispensables et dont nous avons pu heureusement profiter.

» C'est alors, et dès 1840, que nous nous sommes décidés à publier d'abord et par anticipation, le huitième volume de l'*Erpétologie*, qui comprend l'histoire générale des Batraciens, et en particulier celle des espèces qui sont privées de la queue. Le travail qui concerne cet ordre de reptiles est maintenant complétement rédigé; mais la partie qui traite des Urodèles, ou des espèces qui conservent leur queue pendant toute la durée de leur vie, devra former un neuvième tome qui contiendra en outre, avec un résumé général et méthodique de nos travaux, les tables et les suppléments. Ce sera le complément et la fin de l'ouvrage sur cette partie de la zoologie; mais ce dernier volume ne pourra cependant être imprimé que lorsque notre entreprise sera entièrement achevée.

» Nous devons prévenir que le septième volume, qui doit comprendre la fin de l'ordre des Ophidiens, sera si étendu que nous nous verrons forcés de le faire partager en deux parties dont la pagination ne sera pas interrompue. Par le fait, l'ouvrage entier se composera de dix gros volumes, et il sera orné de plus de cent planches dont les dessins, coloriés et exécutés d'après nature par M. Prêtre, ont été parfaitement gravés sur acier. Plus de quatre-vingts planches sont déjà publiées.

» Nous avons employé, dans cette histoire naturelle des serpents, la marche que nous avions précédemment suivie pour les autres ordres de reptiles, et que l'un de nous avait adoptée dans la *Zoologie analytique*, publiée il y a près de quarante ans, et puis dans son grand travail pour la classification des insectes, distribués en familles naturelles, dont les prémices avaient été insérés dans les tableaux zoologiques qui sont placés à la fin du

premier volume des *Leçons d'Anatomie comparée* de G. Cuvier. Il croit devoir reproduire à ce sujet les idées principales qui ont dirigé jusqu'ici tous ses travaux.

» La méthode qui règne dans tout l'ouvrage consiste à observer la ressemblance des êtres d'après leur nature intime, ou dans l'organisation, les formes et les habitudes, afin de les rapprocher autant que possible. Or, comme tout être ne peut être distingué d'un autre qu'autant qu'il en diffère plus ou moins, il s'agit de saisir et d'exprimer cette différence par des notes précises ou par des caractères.

» En observant ainsi successivement ce qui est commun à un grand nombre et ce qui est propre à quelques-uns seulement, on parvient à distinguer l'espèce, et, par une marche naturelle et méthodique, on descend par des degrés plus ou moins espacés, qui opèrent des soustractions réelles, et l'on arrive définitivement à l'unité. C'est par une série de divisions dichotomiques, représentées ou figurées dans des tableaux synoptiques, qu'on est conduit d'abord aux classes, puis aux ordres, aux sous-ordres, et successivement aux familles, aux genres et aux espèces; car la connaissance de l'individu est le but que doit atteindre tout système ou toute méthode en histoire naturelle.

» Tel est le procédé suivi dans toutes les parties de cet ouvrage. L'observateur s'y trouve dirigé de manière à parvenir rapidement d'abord à la connaissance du nom donné à l'espèce, puis ensuite à son histoire, car les caractères ne sont pas imaginés d'avance, mais tracés, indiqués; ils peuvent être, pour ainsi dire, lus comme ils sont inscrits sur l'objet même que le naturaliste a sous les yeux, et c'est toujours le cas dans lequel se trouve cet observateur quand il veut étudier un être qu'il voit pour la première fois.

» Dans ce volume, après avoir fait connaître les caractères généraux des serpents, et l'historique des classifications diverses proposées pour leur étude, nous sommes entrés dans beaucoup plus de détails sur l'organisation, les fonctions et les mœurs de ces reptiles, en traitant dans autant de chapitres distincts, des organes du mouvement et des actions diverses qu'ils permettent, des organes des sens, des différentes modifications que présentent ceux de la nutrition pour la digestion, la circulation, la respiration et les sécrétions: enfin, nous avons terminé cette étude par l'examen et les fonctions des organes générateurs.

» Un chapitre est spécialement consacré à la partie littéraire, c'est-à-dire que nous faisons connaître les principaux écrits anatomiques, physiologiques, descriptifs et topographiques, relatifs à l'histoire naturelle des serpents.

» Le reste de l'ouvrage est employé à l'étude et à la description de la pre-

mière section des Ophidiens, qui comprend les espèces non venimeuses, partagées en deux tribus: celle des *Scolécophides* ou vermiformes, et le commencement des espèces de serpents que nous nommons *Azémiophides* ou cicuriformes. Les trois autres sections doivent être étudiées dans le septième volume. »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Recherches sur les lois qui président à la distribution géographique des mollusques marins côtiers; par* M. ALC. D'ORBIGNY. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« L'auteur cherche d'abord à mettre en relief l'importance des études faites sur la distribution géographique des mollusques côtiers, comme application à la paléontologie générale. C'est, en effet, dans les lois qui président aujourd'hui à la distribution géographique des êtres, qu'on doit logiquement chercher, par la comparaison, des lumières sur l'animalisation qui s'est succédée à la surface du globe, à toutes les périodes géologiques, afin de remplacer des théories hasardées par des faits bien prouvés.

» Il choisit, pour théâtre de ses observations, l'Amérique méridionale, où il a séjourné huit années. D'abord croyant à priori que la configuration de ce continent, par rapport à la latitude, aux pentes abruptes ou très-prolongées de ces côtes, aux courants généraux qui les baignent, doit avoir une immense influence sur cette question, il fait ressortir les caractères qui distinguent cette partie du monde, en s'aidant, pour ces courants, de l'importante carte du *mouvement des eaux* de M. Duperrey, sans laquelle il n'aurait pas pu expliquer l'anomalie de quelques faits. Il présente, dans un tableau, le nom et l'habitat de trois cent soixante-deux espèces de mollusques côtiers, qui, divisées suivant qu'elles appartiennent à l'un des deux océans, donnent cent cinquante-six espèces propres à l'océan Atlantique, deux cent-cinq propres au grand Océan, et une seule commune aux deux mers.

» Il examine séparément les faunes locales de l'océan Atlantique et du grand Océan. Il trouve, dans le premier, que les îles Malouines ont une faune spéciale, que la faune des régions tempérées est plus nombreuse que la faune des régions chaudes, et que chacune de ces régions possède de quatre à six fois plus d'espèces propres que d'espèces communes. Le grand Océan lui offre des résultats identiques relativement au nombre des espèces propres et des

espèces communes aux régions chaudes et tempérées; mais les courants y ont plus d'action sur la répartition des espèces et sur la séparation des faunes locales là où cesse leur action.

» Ses études de l'influence due à la configuration orographique des côtes sur la composition zoologique des faunes respectives qui les habitent, le conduisent aux résultats suivants : sur quatre-vingt-quinze genres cités, cinquante, ou beaucoup plus de la moitié, ne se trouvent que d'un côté à la fois, tandis que quarante-cinq seulement sont communs aux deux mers. Il en conclut que la configuration des côtes sur les deux versants de l'Amérique méridionale, les unes abruptes du côté du grand Océan, les autres en pente douce du côté de l'océan Atlantique, ont une plus grande influence sur l'ensemble, que le parallélisme des zones de latitude que traversent également les faunes locales des deux océans.

» Dans un quatrième chapitre consacré aux déductions générales et aux conclusions, il envisage séparément l'action des courants, de la température, et de la configuration orographique.

» Les courants généraux tendent, par leur action incessante, à répandre, sur tous les points où ils passent, les mollusques qui peuvent supporter une grande différence de température. En effet, dans l'océan Atlantique, douze espèces s'étendent sur 19 degrés, et, dans le grand Océan, quinze espèces vivent sur 22 degrés en latitude, en traversant plusieurs zones différentes de chaleur, et cessent d'exister aux dernières limites septentrionales des courants, comme on le voit au Brésil et au nord du Callao (Pérou). Ainsi on doit, sans aucun doute, attribuer aux courants généraux cette influence d'inégale valeur qui porte les mollusques côtiers des régions froides, dans l'océan Atlantique, jusqu'au tropique seulement, et dans le grand Océan, jusqu'à 11 degrés plus au nord.

» Il trouve pour les courants deux actions contraires : par leur continuelle action, ils tendent évidemment à répandre les mollusques côtiers en dehors de leurs limites naturelles de latitude; mais lorsqu'ils s'éloignent du continent, comme aux Malouines, lorsqu'ils doublent un cap avancé vers le pôle, comme au cap Horn, ou encore lorsqu'ils abandonnent brusquement les côtes, sous des régions chaudes, comme ils le font à Payta, on leur doit alors l'isolement des faunes locales.

» La température a pour effet de cantonner les espèces en des limites plus ou moins restreintes; la preuve en est dans le nombre des mollusques propres aux diverses zones de chaleur parcourues par les courants généraux, et surtout dans la différence subite qu'on remarque entre la composition

des faunes locales de Payta et celle des parties situées au nord de Rio-Janeiro. En effet, dès que l'action des courants cesse de se faire sentir, la température reprend de suite toute son influence, et une faune spéciale aux régions chaudes commence à se montrer.

» La configuration orographique des côtes est marquée par les formes zoologiques différentes qu'on remarque entre les deux océans; en effet, indépendamment des chiffres des genres dont on a parlé, il est facile de se convaincre que les genres qui dominent dans le grand Océan vivent principalement sur les rochers, tandis que ceux de l'océan Atlantique, qui manquent au versant occidental, habitent seulement les fonds de sable. On voit que la différence de configuration orographique du littoral des deux océans qui baignent l'Amérique méridionale exerce, par ces conditions d'existence plus ou moins favorables qu'elle offre aux mollusques côtiers suivant leurs genres, une immense influence sur la composition zoologique des faunes qui les habitent.

» L'auteur donne comme fait négatif que les plus grands affluents, la Plata par exemple, qui présente à son embouchure 128 kilomètres de largeur, n'ont absolument aucune influence sur la composition des faunes marines de leurs environs.

» M. d'Orbigny déduit des faits observés par lui les conclusions suivantes, qui s'appliquent immédiatement aux faunes paléontologiques des terrains tertiaires :

» 1°. Deux mers voisines, communiquant entre elles, mais séparées seulement par un cap avancé vers le pôle, peuvent avoir leurs faunes distinctes;

» 2°. Il peut exister, en même temps, par la seule action de la température, dans le même océan et sur le même continent, des faunes distinctes, suivant les diverses zones de température;

» 3°. Sous la même zone de température, sur des côtes voisines d'un même courant, les courants peuvent déterminer des faunes particulières;

» 4°. Une faune distincte de la faune du continent le plus voisin peut exister sur un archipel, lorsque les courants viennent l'isoler;

» 5°. Des faunes distinctes, ou du moins très-différentes entre elles, peuvent se montrer sur des côtes voisines, par la seule action de la configuration orographique;

» 6°. Lorsqu'on trouve les mêmes espèces sur une immense étendue en latitude, dans un même bassin, les courants en seront la cause;

» 7°. Les espèces identiques entre deux bassins voisins annoncent des communications directes entre eux;

» 8°. Les plus grands affluents n'ont absolument aucune influence sur la composition des faunes marines voisines; ainsi toutes les déductions qu'on en a tirées, dans le cas des bassins tertiaires, deviennent illusoires.

» L'auteur termine par une dernière comparaison paléontologique. Il a dit qu'à l'exception d'une espèce commune aux deux mers américaines, toutes les autres étaient, dans la faune actuelle, propres soit à l'océan Atlantique, soit au grand Océan, et que l'ensemble des genres était très-différent dans les deux mers. La comparaison de ces résultats avec les déductions tirées de l'ensemble des coquilles fossiles des terrains tertiaires les plus inférieurs de l'Amérique méridionale, prouve que ces derniers, tout en en différant spécifiquement, sont néanmoins dans les mêmes conditions géographiques que la faune actuelle. Ne pourrait-on pas en conclure qu'à l'époque où se formaient ces terrains tertiaires, la latitude, les courants, la conformation orographique avaient les mêmes influences qu'aujourd'hui? Dès lors, il serait permis de croire que la cordilière avait, à cette époque géologique, assez de relief pour former, sur une vaste échelle, une barrière entre les deux mers, et que, depuis cette époque, le continent méridional n'a pas changé de forme. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

EMBRYOGÉNIE. — *De la nature des corps jaunes et de leurs rapports avec la fécondation; par* M. **A. Raciborski.** (Extrait par l'auteur.)

(Commission de Physiologie expérimentale.)

« Dans un livre que nous avons publié dernièrement sous le titre : *De la puberté et de l'âge critique chez la femme, et de la ponte périodique spontanée chez la femme et les mammifères,* nous avons fait connaître les résultats de nos premières recherches sur l'anatomie des parties connues sous le nom de *corps jaunes;* cependant, ayant découvert depuis quelques nouveaux faits assez importants relatifs au même sujet, nous nous empressons de les faire connaître à l'Académie.

» Plus que jamais nous regardons aujourd'hui l'opinion de Barry, Montgommery, Lee, Paterson, Négrier, etc., qui placent le siége des corps jaunes en dehors de la membrane propre des follicules, comme entièrement dénuée de fondement. Il n'y a pas le moindre doute pour nous que les corps jaunes sont le résultat de modifications éprouvées par la membrane interne des fol-

licules. Cependant, au lieu d'attribuer la formation des corps jaunes presque exclusivement, comme nous avons fait dans le livre ci-dessus cité, à la rétraction de la membrane fibreuse de l'ovaire, et au plissement consécutif de la tunique interne des follicules, nous sommes disposé à les regarder, d'après nos nouvelles recherches (dont les résultats se rapprochent beaucoup de ceux de M. Wagner), comme étant dus, en grande partie, à une véritable hypertrophie concentrique de la couche granuleuse qui recouvre la tunique interne.

» La transformation de la tunique interne en corps jaune commence aussitôt que l'ovule est arrivé à la maturité, et que le follicule de Graaf s'apprête à lui livrer passage au dehors.

» Aussitôt que le follicule est rompu, la transformation en question acquiert une grande activité. Chez la plupart des femelles d'animaux, comme chez la truie, la vache, la brebis, etc., que la femelle ait eu ou non des rapports avec le mâle, l'expulsion des ovules est toujours suivie de la formation de corps jaunes complets, représentés par des masses pleines ayant la consistance et l'aspect légèrement grenu du foie, offrant des nuances variées selon les genres d'animaux, toutefois étant le plus souvent colorées en beau jaune rouge brique, ou présentant à peine une teinte légèrement rosée.

» Chez la femme, les choses ne se passent plus de la même manière. Toutes les fois que l'expulsion de l'ovule n'a pas été suivi de conception, comme cela arrive, par exemple, après chaque époque menstruelle, alors les éléments de la couche granuleuse augmentent, il est vrai, en nombre et en volume, mais cette hypertrophie ne tarde pas à s'arrêter et reste à l'état de membrane d'un jaune plus ou moins clair, qui se trouve en contact direct avec le caillot de sang, et plus tard avec les débris du sang se présentant sous l'aspect d'une matière d'un gris-ardoisé au-dessous de laquelle on ne manque jamais de retrouver la membrane jaune ou le corps jaune incomplet resté à l'état de membrane.

» Toutes les fois, au contraire, que l'expulsion de l'ovule coïncide avec la fécondation, les éléments de la couche granuleuse se multiplient avec une telle rapidité, qu'en très-peu de temps ils forment déjà un corps plein qui obstrue entièrement la cavité vésiculaire. Celle-ci ne laisse bientôt après elle d'autres traces qu'un petit espace blanchâtre, en forme de trapèze, composé de tissu cellulo-fibreux, situé au milieu de la masse jaune du *corpus luteum*, auquel il envoie plusieurs prolongements qui se perdent dans son épais-

seur. Tel est, en général, l'aspect des corps jaunes chez toutes les femmes, au terme ordinaire de la gestation. Mais ce qu'il y a ici encore de remarquable, c'est la rapidité avec laquelle ensuite les corps jaunes sont résorbés aussitôt que l'œuvre de la génération est achevée, aussitôt que la femme est accouchée.

» Ainsi, par exemple, le corps jaune qui aura 17 millimètres de largeur le deuxième jour après un accouchement à terme, n'en a plus que 8 à 10 au bout de dix jours. Au bout de trois mois, nous l'avons trouvé tout à fait décoloré, sa couleur différant à peine de celle de la substance de l'ovaire et n'offrant que 2 millimètres de diamètre.

» Le corps jaune, après la fécondation, est par conséquent composé de mêmes éléments que celui que nous avons vu succéder à l'expulsion mensuelle des ovules. Seulement il a beaucoup plus d'étendue, parce que la vésicule de Graaf n'est pas alors autant rétractée qu'après l'expulsion non suivie de conception, et s'il forme un corps plein au lieu d'un sac, c'est que l'hypertrophie concentrique étant alors plus active, les deux parois opposées se mettent en contact, de manière à ne former qu'un seul corps de 3 à 4 millimètres d'épaisseur.

» Ainsi, en résumé, la différence qu'on a voulu établir entre les corps jaunes, selon qu'ils provenaient d'une expulsion périodique des ovules ou qu'ils succédaient à la fécondation, ne peut pas être admise chez la plupart des femelles d'animaux, car elles offrent, dans les deux cas, des corps jaunes à peu près semblables (1).

» Chez la femme, l'expulsion mensuelle des ovules possède, il est vrai, ses caractères propres, qui diffèrent des caractères appartenant à la fécondation; mais il n'en est pas moins vrai que les uns et les autres se trouvent appuyés sur l'existence d'un même phénomène, à savoir : l'hypertrophie concentrique de la couche granuleuse. Cette hypertrophie ne différant, dans les deux cas, que par le degré de son activité, nous avons pensé qu'au lieu de distinguer les corps jaunes en vrais et faux, comme on le fait ordinairement, il serait

---

(1) Les mules femelles, quoique privées, en général, de faculté de la reproduction, ne présentent pas moins, dans leurs ovaires, des traces d'expulsions spontanées des ovules, et ces traces sont parfaitement semblables à celles qu'on trouve chez d'autres animaux, après la fécondation. C'est de quoi il nous a été facile de nous assurer par l'examen des ovaires provenant d'une mule de cinq ans, que M. Miquel, président de la Société de Médecine vétérinaire de Béziers, eut l'obligeance de nous envoyer.

infiniment plus rationnel de les diviser en corps jaunes complets et incomplets ou arrêtés dans leur développement.

» Nous finirons par faire remarquer que, quoique constante, la présence du caillot de sang après l'expulsion des ovules chez la femme est entièrement étrangère à la coloration de la membrane jaune qui constitue le corps jaune incomplet. La coloration jaune de cette membrane, de même que celle des corps jaunes complets, tient à la présence de globules huileux jaunes qu'on rencontre au milieu de granulations. C'est le nombre de ces globules qui décide la nuance de la couleur que nous avons vue varier chez les différents animaux. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'ovulation périodique de la femme; par* M. SERRES.

« A l'occasion de la Lettre de M. Raciborski, M. Serres communique à l'Académie deux cas d'ovulation de la femme, coïncidant avec la manifestation de la métrorrhagie périodique.

» La première était une femme de vingt-deux ans, affectée d'une variole confluente très-intense; on sait que cette maladie a pour effet assez constant de provoquer, chez les femmes, l'apparition du flux menstruel; on sait que chez les femmes enceintes, cet effet a lui-même le fâcheux résultat de provoquer l'avortement.

» Dans le cas présent, l'époque menstruelle avait été devancée de huit jours, et son apparition avait eu lieu au cinquième jour de l'éruption variolique. La malade succomba à la fin de la période de suppuration. Les règles, beaucoup plus abondantes que d'ordinaire, duraient encore.

» A l'autopsie, nous trouvâmes sur l'ovaire gauche un grand nombre d'ovules turgescents, et nous aperçûmes une vésicule de Graaf vide. La cavité de cette vésicule aurait pu renfermer un petit pois à cautère; la membrane interne était très-rouge, phlogosée; un très-petit caillot sanguin était contenu dans son intérieur. L'oviducte correspondant était phlogosé aussi.

» Il nous parut probable qu'il y avait eu émission d'un ovule peu de temps après la manifestation de l'époque menstruelle, et, dans cette vue, nous examinâmes avec attention la cavité de l'oviducte, qui était plus large que de coutume. Mais quelque soin que nous ayons apporté à cet examen, il ne nous fut pas possible de trouver l'ovule ni dans la trompe ni dans l'intérieur de la matrice.

» Le second cas, qui s'est offert dernièrement à nous, eut lieu chez une jeune fille de vingt et un ans, entrée dans notre division à la Pitié, pour un

ictère compliqué de péritonite. Au douzième jour de la maladie, et au moment où la rémission des symptômes annonçait la convalescence, les règles survinrent. Il y avait quatre jours qu'elles coulaient comme de coutume, lorsque la malade, que nous tenions encore aux potages pour régime, se procura des aliments, et mangea si démesurément, qu'elle fut prise d'une indigestion, à la suite de laquelle reparut la péritonite, qui l'enleva trente-six heures après.

» A l'autopsie, nous rencontrâmes sur les deux ovaires plusieurs ovules turgescents, et sur l'ovaire droit, deux coques de Graaf récemment ouvertes et vides de leur ovule.

» Encore ici toutes les recherches que nous fîmes pour trouver l'ovule dans la trompe, dans les franges du pavillon et dans l'utérus furent complétement infructueuses.

» Chez ces deux femmes, néanmoins, on ne peut méconnaître, ce nous semble, le rapport qui a existé entre l'émission d'un ovule dans le premier cas, et de deux dans le second, et la manifestation de la métrorrhagie périodique, opinion rendue si probable, comme on le sait, par les travaux récents de MM. Négrier, Gendrin, Pouchet, Raciborski et Bischoff.

» Ce qui, selon nous, lui donne encore un degré de probabilité de plus, c'est qu'elle a déjà été anciennement émise par Volisner, Kerkring, Drelincourt, Graman, Govey, Patton, Brendel et Diemerbroek, et qu'elle ne fut délaissée que lorsque Haller fit prévaloir la pléthore sanguine comme cause efficiente de la métrorrhagie périodique de la femme. »

MÉDECINE. — *Recherches relatives à la composition du sang, dans l'état de santé et dans l'état de maladie; par* MM. **A. Becquerel** *et* **A. Rodier.**

(Commission des prix de Médecine.)

« 1°. La composition du sang et les modifications qu'il peut subir dans l'état de santé et dans celui de maladie, peuvent être représentées et expliquées par un certain nombre de lois ou de principes généraux.

» Ces lois peuvent rendre compte de toutes les variations que l'étude de ses propriétés physiques et l'analyse chimique permettent d'y constater.

» 2°. Dans l'état de santé, quatre influences générales peuvent être invoquées pour expliquer la composition du sang : de ces quatre influences, une est capitale, c'est celle du sexe; trois sont moins importantes, ce sont celles de l'âge, de la constitution et de l'alimentation.

» 3°. Les moyennes suivantes représentent l'influence du sexe sur la composition du sang, et doivent toujours être invoquées comme termes de comparaison, pour apprécier les modifications que peut subir ce liquide dans les maladies. On ne doit pas oublier que ces chiffres peuvent osciller au-dessus et au-dessous de ces nombres.

	HOMMES.	FEMMES.
Densité du sang défibriné	1060,2	1057,5
Densité du sérum	1028	1027,4
Eau	779	791,1
Globules	141,1	127,2
Albumine	69,4	70,5
Fibrine	2,2	2,2
Matières extractives et sels libres	6,8	7,4
Somme des matières grasses	1,600	1,620
Séroline	0,020	0,020
Matières grasses phosphorées	0,488	0,464
Cholestérine	0,088	0,090
Graisses saponifiées ou savon animal	1,004	1,046
Sels donnés par la calcination de 1000 grammes de sang.		
Chlorure de sodium	3,1	3,9
Sels solubles	2,5	2,9
Phosphates insolubles (chaux)	0,334	0.354
Fer	0,565	0,541

» Cette influence du sexe est capitale, elle se retrouve dans toutes les maladies; de sorte que, pour arriver à quelques conclusions certaines, il faut toujours comparer la composition du sang de l'homme malade à celle de l'homme sain, et celle de la femme malade à celle de la femme saine.

» 4°. Les faits que nous possédons ne sont pas assez nombreux pour nous permettre d'établir, d'une manière définitive, l'influence de l'âge. Nous pouvons seulement dire, d'une manière générale, que cette influence s'exerce principalement sur les globules.

» Chez l'homme elle est peu marquée, et le maximum du chiffre des globules paraît rester le même de vingt à soixante ans.

» Chez la femme, l'époque où commence à s'établir la menstruation, et celle où cesse cette fonction, sont les limites de l'influence de l'âge. Avant cette époque, ou bien tant que la menstruation n'est pas bien et régulièrement établie, le chiffre des globules est inférieur à ce qu'il sera plus tard. Pendant toute sa durée et pendant que la femme est en bonne santé, ce chiffre varie peu et est au maximum, tout en oscillant dans de certaines limites, au-dessus et au-dessous. Lorsqu'elle a cessé enfin, les globules diminuent de nouveau.

» Dans les deux sexes, la cholestérine augmente de proportion dans le sang, à mesure qu'on avance en âge. Cette influence ne commence à se faire sentir que de quarante à cinquante ans.

» 5°. La constitution paraît n'exercer une influence que sur les globules, qui sont, en général, plus abondants chez les individus forts et robustes. Il faut de nouveaux faits pour confirmer cette loi.

» 6°. L'alimentation exerce une influence positive, dont nous ne pouvons malheureusement apprécier exactement la valeur. Il est certain toutefois que le chiffre des globules est moins élevé chez les individus qui prennent une nourriture malsaine ou insuffisante. La considération de l'influence de la diète dans les maladies permet de confirmer ce résultat.

» 7°. La grossesse exerce sur la composition du sang une influence notable, qui peut s'exprimer ainsi: forte diminution des globules, diminution moins considérable de l'albumine; augmentation légère de la fibrine et de la matière grasse phosphorée, augmentation de la proportion d'eau.

» 8°. Les altérations du sang, appréciables par l'analyse chimique, sont, la plupart du temps, la conséquence des maladies. Les influences que, dans leurs variétés infinies, les maladies peuvent exercer sur la composition du sang, sont au nombre de huit; influences dont la formule constitue autant de lois ou de principes généraux qui peuvent rendre compte des modifications que peut subir ce liquide dans tous les états pathologiques.

» Ces modifications du sang, une fois produites sous l'influence de la maladie, peuvent, à leur tour, déterminer un certain nombre d'accidents spéciaux assez nombreux, dont nous ne pouvons tracer ici le tableau.

» 9°. *Première loi.* — Le fait seul du développement d'une maladie modifie presque toujours d'une manière notable la composition du sang. Cette modification est à peu près la même dans tous les cas. Elle consiste dans les altérations suivantes:

» Diminution des globules, diminution proportionnellement moins considérable de l'albumine; augmentation légère de la matière grasse phosphorée, de la cholestérine et des phosphates insolubles (chaux). Ces altérations sont d'autant plus prononcées, que la maladie est aiguë, plus grave, et est arrivée à une époque plus éloignée de son début. Il est probable qu'il faut chercher la cause de ces modifications autant dans la diète à laquelle sont soumis les malades, que dans l'influence de la maladie elle-même.

» La diminution des globules, propre à la maladie, peut continuer à se produire pendant toute sa durée, de telle sorte qu'à une certaine époque, leur abaissement devient considérable, et détermine l'état auquel on a donné le nom d'anémie.

» 10°. *Deuxième loi.* — Les saignées exercent sur la composition du sang une influence remarquable et qui est d'autant plus prononcée, qu'elles sont plus fréquemment répétées. Cette influence détermine les modifications suivantes:

» Diminution notable des globules, et diminution proportionnellement moins considérable de l'albumine. Les saignées n'exercent aucune influence snr le chiffre de la fibrine, sauf peut-être dans certaines fièvres typhoïdes graves; dans ces cas encore, peut-être faut-il invoquer plutôt la marche de la maladie que les émissions sanguines elles-mêmes.

» 11°. *Troisième loi.* — L'état pléthorique et les accidents qui l'accompagnent, résultent d'une augmentation de la quantité de sang normalement contenu dans l'appareil circulatoire, et d'une véritable surcharge du système vasculaire, mais nullement d'un changement dans la composition de ce liquide, et en particulier, d'une augmentation de la proportion des globules.

» On peut observer la pléthore, quelle que soit la composition du sang, aussi bien quand elle est normale que dans les cas où ce liquide est peu riche en globules. C'est, par exemple, ce qui a lieu dans quelques cas de chlorose.

» 12°. *Quatrième loi.* — La diminution de proportion des globules, contenue dans 1000 grammes de sang, et coïncidant avec l'état général auquel on a donné dans ces derniers temps le nom d'anémie, s'observe fréquemment dans les maladies, soit comme caractère essentiel, soit comme complication, soit comme phénomène consécutif.

» Dans un grand nombre de cas, l'abaissement un peu notable du chiffre des globules s'accompagne d'une augmentation non pas seulement relative, mais absolue, de la fibrine. Le poids du fer contenu dans le sang étant proportionnel à celui des globules dont il est partie constituante, il s'en-

suit que toutes les fois que le chiffre de ces derniers baisse, celui du fer diminue dans la même proportion.

» 13°. *Cinquième loi.* — Le développement d'une phlegmasie détermine, dans la composition du sang, des modifications remarquables, qui consistent surtout dans l'augmentation de proportion de la fibrine normalement contenue dans ce liquide ; la loi formulée à cet égard par MM. Andral et Gavarret est parfaitement exacte ; nous devons y ajouter les deux modifications suivantes : diminution notable de l'albumine et augmentation du chiffre de la cholestérine.

» 14°. *Sixième loi.* — La proportion de fibrine normalement contenue dans le sang peut diminuer et peut-être même s'altérer dans ses propriétés physiques, dans un certain nombre de circonstances que nous pouvons classer en deux catégories : 1° les intoxications, dans lesquelles nous comprenons la fièvre typhoïde, le typhus, les fièvres éruptives, les fièvres intermittentes, etc., aussi bien que les empoisonnements proprement dits ; 2° une alimentation malsaine et insuffisante, réunie à de mauvaises conditions hygiéniques ; tel est le scorbut. Dans toutes ces circonstances, la diminution de la fibrine n'a pas lieu nécessairement, même dans les cas les plus graves. Nous ne connaissons pas encore la loi qui préside à cette diminution. On voit ce principe dans des cas qui paraissent sinon identiques, du moins très-analogues, présenter un chiffre tantôt un peu supérieur, tantôt normal, tantôt très-bas.

» 15°. *Septième loi.* — Lorsqu'une sécrétion vient, soit à être supprimée, soit seulement à diminuer, il arrive souvent qu'un ou plusieurs des principes chimiques qui entrent dans la composition de cette sécrétion viennent à se concentrer dans le sang et s'y trouvent, par conséquent, en plus grande abondance. C'est ainsi que nous avons trouvé la cholestérine en quantité plus considérable dans le sang : 1° sous l'influence de la diète accompagnée de constipation, cas dans lequel il y a diminution de la sécrétion biliaire ; 2° dans l'ictère avec rétention de la bile et décoloration des fecès. Dans ce dernier cas, il y a non-seulement concentration de la cholestérine, mais encore accumulation des acides gras et de la matière colorante dans le sang.

» 16°. *Huitième loi.* — L'albumine du sérum diminue d'une manière considérable dans trois circonstances particulières, qui sont : 1° la maladie de Bright ; 2° certaines maladies du cœur avec hydropisie ; 3° les fièvres puerpérales graves. Pour que cette dernière loi fût définitive, il faudrait encore toutefois de nouveaux faits.

» 17°. Les principes que nous venons d'établir peuvent rendre compte de la

composition du sang dans l'état de santé, et des variations qu'elle peut subir dans les maladies si nombreuses et si variées de l'homme. L'étude de la composition du sang, dans chaque maladie en particulier, vient à chaque pas confirmer ce résultat; c'est la seule conclusion générale que nous puissions tirer de la partie la plus étendue de notre travail, c'est-à-dire de celle destinée à exposer la composition du sang dans chaque maladie en particulier, et qui, en raison du nombre infini des détails, ne saurait être résumée. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveau système pneumatique de mouvement sur les chemins de fer; par* M. **Taurinus.**

(Commission des chemins de fer à pression atmosphérique.)

M. **Siret** adresse un supplément à ses précédentes communications sur un *procédé de désinfection des matières fécales.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Kanner** soumet au jugement de l'Académie un procédé pour la *fabrication de tuyaux en pierres pour des conduites d'eau*, etc.

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Morin.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet une ampliation de l'ordonnance royale qui confirme la nomination de M. *Balard* à la place vacante, dans la Section de Chimie, par suite du décès de M. *d'Arcet.*

Sur l'invitation de M. le Président, M. Balard prend place parmi ses confrères.

M. le **Ministre de la Guerre** adresse le *Catalogue des végétaux cultivés à la pépinière centrale d'Alger, à la date du* 31 *mai* 1844.

« Ce catalogue, qui a été dressé par mes ordres, dit M. le Ministre, fera apprécier à l'Académie les richesses que possède déjà la pépinière centrale, et les avantages que cet établissement offre pour l'introduction en Algérie des végétaux utiles des diverses contrées du globe. Si l'Académie croyait devoir me signaler quelques plantes qui ne seraient pas encore cultivées en Algérie

et qu'il conviendrait d'y importer, je me ferais un véritable plaisir de prescrire des dispositions en conséquence. »

Le *catalogue* adressé par M. le Ministre est renvoyé aux Sections réunies d'Économie rurale et de Botanique.

M. le **Ministre des Finances** invite l'Académie à lui faire connaître son opinion sur la valeur d'un procédé de M. **Halna Dufretay** pour *activer la végétation des bois et augmenter leurs produits.*

La Section d'Économie rurale prendra connaissance du procédé de M. Halna Dufretay, et en fera l'objet d'un Rapport qui sera transmis à M. le Ministre.

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. **Reveillé-Parise**, un ouvrage ayant pour titre : *Études de l'Homme dans l'état de santé et dans l'état de maladie.*

Cet ouvrage, conformément au vœu exprimé par l'auteur, est réservé pour les concours des prix fondés par M. de Montyon (année 1845).

M. **Flourens** présente, également au nom de l'auteur, le cinquième volume d'un *Traité de Médecine pratique*, que vient de publier M. **Piorry**. Dans ce volume, qui est relatif aux maladies du tube intestinal et aux affections des glandes salivaires et du foie, l'auteur insiste sur la valeur des indications que fournit, en différents cas, la plessimétrie. Ainsi, on reconnaît par ce moyen : 1° le refoulement des viscères et une espèce d'asphyxie due au grand volume que prend quelquefois le tube digestif; 2° la diminution presque instantanée du foie, congestionné par le sang, alors que des saignées viennent à être pratiquées; 3° un décroissement du même genre, quoique moins rapide, dans les dimensions de cet organe, par suite de l'action des évacuants énergiques. La plessimétrie fournit encore un moyen de reconnaître si des obstacles existant au cours de la bile ont leur siége dans le conduit cholédoque, dans le canal hépatique, ou dans les vaisseaux mêmes du foie; elle permet également de déterminer le point de l'abdomen auquel correspondent tels ou tels viscères, et donne ainsi des inductions diagnostiques aussi utiles pour la chirurgie que pour la médecine.

CHIMIE. — *Classification chimique; par* M. **Auguste Laurent**.

« Lorsque l'on considère le nombre des substances organiques qui ont été découvertes depuis une dizaine d'années, la rapidité croissante avec laquelle

les chimistes en découvrent chaque jour de nouvelles; lorsque l'on voit qu'avec un seul carbure d'hydrogène (la naphtaline) et le chlore on a pu faire une centaine de nouveaux composés, et qu'avec chacun de ceux-ci on peut en faire un grand nombre d'autres; enfin, lorsque l'on voit qu'il n'existe aucun système pour classer cette multitude de corps, l'on se demande avec inquiétude s'il sera possible, dans quelques années, de se diriger dans le labyrinthe de la chimie organique.

» Tout le monde demande sinon une méthode, au moins un système artificiel qui puisse faciliter l'étude. Mais personne n'ose aborder ce sujet, car on ne sait sur quelle base il faut asseoir ce système, pour ne pas craindre de tomber dans les inconvénients du dictionnaire ou de l'arbitraire.

» Le temps est-il venu d'établir une méthode, et cette entreprise n'est-elle pas téméraire dans l'état actuel de la science?

» Avant de soumettre ma classification à l'Académie, je me suis adressé ces questions; et, quoique j'aie compris toute la difficulté du sujet, mes travaux m'ont fait sentir la nécessité et même la possibilité de ranger les composés organiques suivant un ordre tout à la fois rationnel et mnémonique.

» La classification que je présente aujourd'hui n'est pas, je le crois, le résultat d'un aperçu rapide et passager. J'y travaille depuis plusieurs années; je l'ai graduellement développée et modifiée, mais toujours en travaillant sur la même base. Je ne la donne cependant pas comme un plan définitif, représentant l'état futur de la science, mais comme exprimant simplement son état actuel et comme susceptible de se modifier graduellement pour s'adapter aux nouveaux faits.

» Avant d'exposer cette méthode, je devrais peut-être faire un examen critique de celles qui sont suivies; mais tout le monde en sent les inconvénients. Je me bornerai donc à un seul exemple; je choisirai l'huile de *Gaultheria procumbens*.

» Dans presque tous les Traités de chimie, les acides sont rangés dans une classe. Celle-ci se divise en acides azotés, non azotés, artificiels, naturels, etc. Une autre classe renferme les bases, une autre les essences, une autre les corps gras. Les matières colorantes, les résines, les éthers, les produits de l'action du feu, de la putréfaction, de l'acide nitrique, etc., sont rangés dans autant de classes particulières.

» Si nous considérons l'huile de Gaultheria comme une essence, nous la rangerons dans la seconde classe; comme acide, nous la rangerons dans la première. En qualité de produit naturel, nous la classerons dans la première sous-division; mais, attendu qu'on peut la préparer artificiellement, on peut

la mettre dans la seconde sous-division. Considérée comme un sel de méthyle, nous la placerons dans les éthers.

» Si, comme quelques auteurs, nous rangeons dans un même groupe les corps qui s'obtiennent les uns par les autres, l'huile de Gaultheria devra se mettre, soit après l'indigo dans les matières colorantes, soit après la salicine, soit encore après l'esprit-de-bois, au milieu des produits pyrogénés du bois. Il en est de même de l'acide picrique, que l'on peut mettre à côté de la soie ou de la houille, à côté de l'indigo ou de la créosote.

» Veut-on suivre rigoureusement un principe de classification dans toutes ses conséquences, mettre, par exemple, tous les acides dans une classe, toutes les bases dans une autre, toutes les matières colorantes dans une troisième, etc. Qu'apprenons-nous à l'aide de ce système? qu'un acide est un acide; qu'une base est une base; qu'une matière colorante colore,..., et rien de plus.

» Lorsqu'un naturaliste nous dit qu'une espèce qu'il vient de découvrir doit être rangée parmi les animaux *mammifères*, ce seul mot équivaut pour nous à une description détaillée. Nous savons non-seulement qu'il a des mamelles, mais qu'il a une colonne vertébrale, le sang rouge et chaud, un cœur double, deux yeux, deux oreilles, etc.

» Il n'en est pas de même des classifications chimiques, elles nous apprennent uniquement ce qu'exprime le sens littéral du titre.

» Le principe qui domine dans les classifications des autres sciences consiste à rapprocher les corps suivant leur ressemblance. Voyons si ce principe est applicable à une classification chimique, et s'il est permis de placer l'un à côté de l'autre les corps qui se ressemblent le plus.

» La plupart des substances chimiques ont, pour ainsi dire, une double face, et, selon celle de ces deux faces que l'on prend comme terme de comparaison, l'on est forcé de choisir entre deux classes tout à fait opposées. Prenons comme exemple le sulfate de potassium. Envisagé comme un composé sulfurique, on doit le placer à côté des sulfates sodique, lithique, etc. Considéré comme un sel de potassium, il faudra le ranger parmi les combinaisons de ce métal, à côté du séléniate, du tellurate, etc. Mais alors il se trouve considérablement éloigné des sulfates de sodium, de lithium, de barium, etc.

» Ces considérations m'ont amené à me demander si le caractère de ressemblance est véritablement celui qui possède la plus grande valeur en chimie.

» Qu'on me permette de supposer, pour un instant, que les espèces du règne végétal ont été fractionnées de manière que leurs diverses parties, racine, tige, bourgeon, feuilles, pétales, étamines et graines, se trouvent dis-

persées à la surface du globe. Un botaniste ira-t-il ramasser toutes les racines pour les mettre dans une même classe, ranger toutes les feuilles dans une autre, toutes les étamines dans une troisième? Non, sans doute, car l'observation et la culture lui apprendront que certaines tiges engendrent certains bourgeons et certaines feuilles, que ces feuilles se modifient et se transforment en feuilles calicinales, étamines ou carpelles d'une certaine nature, que ces carpelles engendrent des graines d'une structure spéciale qui, à leur tour, reproduisent la tige et les autres organes. Il serait nécessairement conduit à grouper en un seul tous ces êtres en apparence si disparates; or, c'est précisément ce qu'a fait la nature dans la création des espèces végétales.

» Je me suis demandé s'il ne serait pas conforme au véritable esprit de la science de grouper les substances chimiques en agrégations dont les diverses parties, disparates au premier coup d'œil, mais s'engendrant réciproquement, représenteraient, dans leur ensemble (qu'on me passe l'expression), de véritables arbres chimiques.

» Supposons notre arbre chimique constitué; il est évident que certaines parties qui le composent n'ayant pas plus de ressemblance entre elles qu'une feuille de chêne n'en a avec un gland, l'étude de cet arbre sera assez difficile, puisque, après avoir étudié un objet, nous passerons à un autre, avec lequel il n'a souvent qu'un rapport de filiation. Mais l'étude de notre premier arbre une fois achevée, si nous plaçons à côté de lui l'arbre auquel il ressemble le plus, l'étude de celui-ci deviendra très-facile; car, pour ne pas sortir de notre comparaison, nous savons déjà ce que c'est qu'une tige, un bourgeon, une feuille, etc., et comment ces parties se métamorphosent les unes dans les autres.

» Le principe de la génération mutuelle une fois posé pour une classification chimique, je dois m'expliquer sur ce que j'entends par génération chimique.

» Lorsque l'on traite un composé par certains agents, il peut y avoir ou génération, ou destruction. Il y a génération quand un corps provient d'un autre corps et peut, à son tour, engendrer celui-ci; tel est l'acide acétique qui donne de l'acide chloracétique avec lequel on peut refaire l'acide acétique. Il y a destruction dans le cas contraire : ainsi la benzine est un produit de destruction de l'acide benzoïque.

» Jusqu'à présent les chimistes ne sont parvenus à refaire qu'un très-petit nombre de composés à l'aide des corps qui leur ont donné naissance; ils ont rarement porté leurs recherches sur ce sujet. Il nous faut donc d'autres ca-

ractères, à défaut du précédent, pour reconnaître si ces deux corps appartiennent à une même série.

» Le caractère suivant ne peut presque jamais nous laisser dans l'incertitude.

» Si un ou plusieurs composés se métamorphosent en un seul et même corps, sans perdre du carbone, on peut en conclure, presque avec certitude, que tous ces corps appartiennent à une même série.

» Ainsi l'acide phénique, la benzine, la quinone et l'aniline, qui peuvent se métamorphoser en chloranil sans perdre du carbone, appartiennent tous à la série phénique.

» Mais, outre le caractère que je viens de donner, il y a encore une chose qui est commune à tous les composés d'une même série, et qui permet de tracer nettement les limites de celle-ci. C'est la partie la plus importante de ma classification, et celle sur laquelle j'appellerai spécialement l'attention de l'Académie.

» Que l'on me permette de poursuivre la comparaison que j'admettais tout à l'heure. Je demanderai si, indépendamment de la génération ou de la métamorphose, un botaniste ne pourrait pas reconnaître que deux parties isolées, une feuille et un pétale, par exemple, appartiennent à une même plante. La chose serait sans doute difficile aujourd'hui; mais ne peut-on pas pressentir que, à l'aide d'une dissection plus parfaite, on pourra parvenir un jour à reconnaître que toutes les parties d'une même plante renferment quelque chose de commun, un embryon, une cellule mère, dont la présence dans tous les organes permettra de concevoir pourquoi tous ces organes peuvent se métamorphoser les uns dans les autres.

» Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, j'ai cherché s'il n'existerait pas dans toutes les parties d'un même arbre chimique quelque chose d'analogue à cette cellule mère, en un mot, un *noyau* commun à tous les composés d'une même série; noyau qui permettrait de concevoir pourquoi ces composés peuvent s'engendrer réciproquement.

» Depuis dix ans que je poursuis cette idée, j'ai constamment vu les faits venir peu à peu l'appuyer; cependant, jusqu'à ce jour, on l'a regardée comme une rêverie digne d'accompagner les idées que j'ai émises sur le rôle que les corps halogènes jouent dans les composés organiques; mais j'espère qu'elle aura le même sort que ces dernières.

» En tout cas, comme il ne s'agit pas maintenant de prouver l'existence de ces noyaux, mais seulement d'exposer un système, je supposerai, pour un

instant, que l'on reconnaît leur existence Voici de quelle manière je m'en sers pour établir ma classification.

» Ces noyaux peuvent être composés d'un nombre plus ou moins considérable de corps simples. Pour plus de facilité, je ne m'occuperai d'abord que des noyaux qui ne renferment que du carbone et de l'hydrogène.

» Je réunis dans une même série tous les corps qui, s'engendrant les uns par les autres, renferment le même carbure d'hydrogène; je constitue ainsi un petit arbre chimique ou un tableau qui comprend cinq types fondamentaux. Soit $C^{20}H^{20}$ ce carbure d'hydrogène; on a

1er *type*. Le noyau fondamental...............	$C^{20}H^{20}$,
2e *type*. Le protogénide fondamental.........	$C^{20}H^{20}+O^2$,
3e *type*. Le sel monobasique fondamental.....	$C^{20}H^{20}+O^4$,
4e *type*. Le sel bibasique fondamental.......	$C^{20}H^{20}+O^6$,
5e *type*. Le prométallide fondamental........	$\frac{H}{C^{20}H^{20}}$.

» Nous verrons plus bas que ces cinq formules doivent, en réalité, se représenter, en appelant N le noyau, par N, $N+x$, $N+x^2$ et $N+x^3$. Existe-t-il d'autres formules? En apparence, oui; mais, en réalité, je ne le pense pas, ou tout au moins leur nombre doit être très-restreint: l'expérience nous l'apprendra. Dans plusieurs cas, il semble qu'il y a des types beaucoup plus compliqués; mais cela tient à ce que deux types différents peuvent se combiner ou se superposer: tel est, par exemple, l'acide formio-benzoïque, dont la formule est $C^{16}H^8+O^6$, et qui néanmoins est monobasique; mais il est formé par la réunion de deux types différents :

$C^{14}H^6+O^2$, essence d'amandes amères;
$C^2H^2+O^4$, acide formique monobasique.

J'établirai donc une sixième classe, celle des *Syndesmides*, qui renfermera les types composés.

» Si nous voulions ranger tous les corps de cette manière, nous aurions presque autant de tableaux qu'il y a de corps, car très-souvent nous ne rencontrerions qu'un seul composé pour chaque tableau. Nous ne retirerions donc pas de grands avantages de cette méthode.

» Mais à chaque type du tableau précédent, pris comme exemple, nous pourrons rattacher une foule d'espèces et de variétés différentes. Pour cela, nous serons obligé de prendre le contre-pied de ce que font les chimistes,

nous réunirons ce qu'ils séparent, et nous séparerons ce qu'ils réunissent. Nous imiterons les botanistes, qui rangent dans l'espèce Rose, la rose blanche, la rose jaune, la rose panachée, et n'attachent aucune importance aux couleurs des pétales, quoique ces couleurs puissent être formées de composés chimiques très-différents les uns des autres, c'est-à-dire que nous accorderons plus d'importance au nombre et à l'arrangement des atomes qu'à leur nature.

» J'ai prouvé, par un grand nombre d'expériences, que l'on pouvait enlever très-souvent de l'hydrogène à un composé organique et le remplacer par son équivalent d'un corps doué de propriétés tout à fait opposées, sans pour cela détruire l'arrangement du corps primitif, et, quelquefois, en n'altérant qu'à peine ses propriétés physiques et chimiques.

» Prenons donc le noyau fondamental de la série précédente, et opérons-y des substitutions équivalentes, c'est-à-dire enlevons 1, 2, 3, 4,... équivalents d'hydrogène, et remplaçons-les par le même nombre d'équivalents de chlore, de brome, d'oxygène, de platine,..., ou par des corps composés jouant le rôle de corps simples, comme le cyanogène, l'amide, l'acide hypoazotique, l'arside, etc.; nous obtiendrons ainsi un très-grand nombre de nouveaux composés que nous nommerons *noyaux dérivés,* et que nous rangerons immédiatement à la suite du noyau fondamental.

» Introduisons maintenant dans le protogénide, dans les deux sels et dans le prométallide, ces noyaux dérivés à la place du noyau fondamental qu'ils renferment, nous aurons ainsi une foule de protogénides, de sels et de prométallides *dérivés*.

» Enfin, nous augmenterons encore considérablement les composés d'une même série, si nous remplaçons l'oxygène qui est en dehors du noyau par du soufre, du chlore, de l'azote, etc.

» Pour faire des sous-divisions dans cette nombreuse série, il faudra alors avoir égard et aux propriétés des composés dérivés et à la nature des corps substituants; quelques-uns de ceux-ci n'altèrent souvent pas d'une manière bien sensible les principales propriétés du type; ce sont les corps halogènes. On sait depuis longtemps que le type salin n'est pas altéré lorsqu'on y remplace les métaux les uns par les autres. D'autres corps substituants, comme l'oxygène, l'amide, l'acide hypoazotique, les altèrent davantage; mais cependant ils ne donnent jamais au type dans lequel ils entrent les propriétés d'un autre type. Ainsi, jamais les noyaux ne deviennent salins sous l'influence des substitutions, jamais les sels ne peuvent acquérir, dans le même cas, les propriétés des prométallides, etc.

» Le tableau ci-contre donnera une idée suffisamment exacte des sous-divisions que j'emploie; celles-ci devront nécessairement s'augmenter et se modifier à mesure que la science fera des progrès. C'est un essai que je propose pour indiquer la marche générale à suivre : il faudrait que le nombre des composés organiques connus fût dix et cent fois plus considérable qu'il ne l'est, afin que l'on pût établir des divisions convenables.

» Je donnerai des définitions abrégées et par conséquent imparfaites des principaux genres de ce tableau :

» A. Les *noyaux* sont susceptibles d'augmentation, mais non de diminution. Ils peuvent, en absorbant 1 équivalent d'hydrogène, former des composés qui jouent le rôle des métaux dans les sels; cette faculté peut être exaltée ou diminuée par les subdivisions, elle peut même devenir nulle.

» Je distingue :

» 1°. Les *éthénides,* qui, avec les acides, forment des sels non métaleptiques analogues aux éthers;

» 2°. Les *ammonides,* qui forment des sels métaleptiques analogues aux sels d'ammonium : par des substitutions chlorées, ils perdent peu à peu leur propriété basique;

» 3°. Les *analcides,* qui ne se combinent plus avec les acides.

» Je les divise en

» *a. Halydes,* qui renferment les corps halogènes : ils sont indécomposables par les alcalins et par la distillation;

» *b. Nitrides,* qui s'enflamment en vase clos sous l'influence de la chaleur; en général décomposés par la potasse en produits peu connus; se transformant en ammonides sous l'influence de l'hydrogène sulfuré;

» *c. Camphides,* corps peu connus. Ce genre devra nécessairement subir des divisions.

» B. Les *protogénides* se divisent en

» 1°. *Hydrides;* ils renferment 2 équivalents d'hydrogène, qui se comportent d'une manière toute spéciale dans les substitutions;

» 2°. *Hyperhalydes;* ces composés sont tous décomposés par les alcalis qui les transforment en noyaux : ils présentent, en outre, quelque chose de très-remarquable, c'est qu'ils peuvent renfermer 2, 3, 4, 5 et 6 équivalents de corps halogènes au delà du noyau, sans que, pour cela, ils possèdent des propriétés essentielles sensiblement différentes : c'est, sans aucun doute, le genre le plus naturel;

» 3°. *Anhydrides,* qui tous peuvent absorber de l'eau ordinairement sous l'influence des alcalis. Je distingue les genres suivants :

SÉRIES.	TYPIQUE.	MÉTHYLIQUE.	ÉTHÉNIQUE.	MÉSITYLIQUE.	BUTYRIQUE.	AMYLIQUE.	PHÉNIQUE.	PIMÉLIQUE.	BENZOÏQUE.	SALICYLIQUE.	ISATIQUE.	PHTALIQUE.	CINNAMIQUE.	CAMPHORIQUE.	NAPHTALIQUE.	CÉTIQUE.	MARGARIQUE.	STÉARIQUE.	SYLVIQUE.
NOYAUX. Éthénides. actifs / passifs	( ) HH	C^2H^2 Méthylène.	C^4H^4 Éthérène.	C^6H^4	C^8H^8 Triyle ou Butyrène.	$C^{10}H^{10}$ Amylène.	$C^{12}H^6$ Phène ou	$C^{14}H^{12}$ Inc.	$C^{14}H^6$ Inc.	$C^{14}H^8$ Benzoène.		$C^{16}H^8$ Cinnamène.	$C^{18}H^8$	$C^{20}H^{16}$	$C^{20}H^8$ Naphtaline.	$C^{32}H^{32}$ Cétène.	$C^{34}H^{34}$	$C^{36}H^{36}$	$C^{40}H^{32}$ Colophène.
Ammonides actifs	( ) HAd		C^4H^3AR Arèthase.	C^6H^3Ad Incon.			$C^{12}H^5Ad$ Aniline.			$C^{14}H^7Ad$					$C^{20}H^7Ad$ Naphtalidam.				
passifs	(Cl) HAd						$C^{12}H^2Br^3Ad$ Brominaloïne.								$C^{20}H^6Ad^2$ Binaphtaline.				
Analcides halydes	(Cl) ClCl	C^2Cl^2 Chl. de carb.	$C^4H^2Cl^2$ Chloréthèse.	C^6H^3Cl Chl. de ptel.	C^8H^7Cl	$C^{10}H^9Cl$	$C^{12}H^3Cl^3$ Chlorophénise.	$C^{14}H^{11}Cl$ Chlorobutyrène.		$C^{14}H^7Cl$ Chl. benzoène.					$C^{20}H^7Cl$ Ch. naph.				
Nitrides	( ) HX			C^6H^3X Nit. de ptel.			$C^{12}H^5X$ Nitrobenzide.			$C^{14}H^6X^2$ Binitro-benz.					$C^{20}H^6X^2$ Nitronaphtèse.				
Camphides	( ) OO	C^2O^2 Ox. de carb.				$C^{10}H^6O^2$ Pyrogayol.	$C^{12}H^5Az$ Azotobenzide.		$C^{14}H^5Az$ Benzo-nitryle.		$C^{14}H^5CyO^2$ Indigo.			$C^{20}H^{16}O^2$ Camphre.			$C^{34}H^{32}O^2$ Pyromargarol.	$C^{36}H^{34}O^2$ Pyrostéarol.	$C^{40}H^{30}O^2$ Résine d'anth.
PROTOGÉNIDES. Hydrides	( ) HH + H^2	$C^2H^2+H^2$ Gaz. marais.	$C^4H^4+H^2$ Éthyle de Lœv.								$2C^{14}H^5CyO^2+H^2$ Indigo blanc.			$C^{20}H^{16}O^2+H^2$ Camp. de Born.					
Hyperhalydes. bi / tri	( ) HH + Cl^2	$C^2H^2+Cl^2$ Ch. mét. ch.	$C^4H^4+Cl^2$ Liq. Holl.		$C^8H^8+Cl^2$ Chl. de triyle.	$C^{10}H^{10}+Cl^2$	$C^{12}H^6+Cl^6$ Chl. de benzine.			$C^{14}H^7Cl+Cl^2$ Chl. benzoéniq.				$C^{20}H^{16}O^2+Br^2$ Brom. de camp.	$C^{20}H^8+Cl^4$ Ch. de naph.				
quadri / sex	(Cl) ClCl + Cl^2	$C^2Cl^2+Cl^2$ Ch. méth. p.	$C^4Cl^4+Cl^2$ Perchl. carb.							$C^{14}H^6Cl^2+Cl^6$ Chl. benzoéniq.					$C^{20}H^4Cl^4+Cl^4$ Chl. de ch. naph.				
Anhydrides monobas. haloformes	( ) HCl + Cl^2	$C^2HCl+Cl^2$ Chl.-forme.	$C^4H^3Cl+Cl^2$ Chl. d'ét. bichl.																
anhydrhalydes	( ) ClCl + O^2		$C^4Cl^4+O^2$ Ox. de chl. de c.						$C^{14}H^5Cl+O^2$ Chl. de benzoyl.				$C^{18}H^7Cl+O^2$ Chl. de cinn. ?		$C^{20}Cl^2H^4O^2+O^2$ Ox. de chlorénap.				
amides	( ) HAd + O^2				$C^8H^7Ad+O^2$ Butyramide.				$C^{14}H^5Ad+O^2$ Benzamide.	$C^{14}H^5O^2Ad+O^2$ Salycilamide.							$C^{34}H^{33}Ad+O^2$ Margaramide.	$C^{36}H^{35}Ad+O^2$ Inc.	
imides ?	( ) HIm + O^2								$C^{14}H^5Im+O^2$ Benzimide?										
Bibas. anhydracides	( ) OO + O^2	$C^2O^2+O^2$ Ac. carb. an.	$C^4O^4+O^2$ Ac. oxal. an. ?		$C^8H^4O^4+O^2$ Ac succ. an.	$C^{10}H^6O^4+O^2$ Ac. pyr. tart. an.?	$C^{12}Cl^4O^2+O^2$ Chloranil.	$C^{14}H^{10}O^4+O^2$ Ac. piméliq. an. ?			$C^{14}CyH^5O^2+O^2$ Isatine.	$C^{16}H^4O^4+O^2$ Ac. phtaliq. an.		$C^{20}H^{14}O^4+O^2$ Ac. camp. anh.					$C^{40}H^{30}O^2+O^2$ Ac. sylv. piniq.
bi-amides	( ) Ad Ad + O^2	C^2Ad+O^4 Carbamide.?	$C^4O^2Ad^2+O^2$ Oxamide.		$C^8H^4O^2Ad^2+O^2$ Succinamide.		$C^{12}Cl^2O^2Ad^2+O^2$ Chl.-anilamide.				Isamide. (homodesm.)	$C^{16}H^4O^2Ad^2+O^2$ Pthalamide.		$C^{20}H^{14}O^2Ad^2+O^2$ Camphoramide.					
bi-imides	( ) ImIm + O^2				$C^8H^4O^2Im^2+O^2$ Succinimide.					$C^{14}H^6Im^2+O^2$ Salicylimide.	$C^{14}CyH^5Im^2+O^2$ Imésatine.	$C^{16}H^4O^2Im^2+O^2$ Phtalimide.							
Aldéhydes. neutres	( ) HH + O^2		$C^4H^4+O^2$ Aldéhyde.	$C^6H^4+O^2$ Ald. mésit.	$C^8H^8+O^2$ Ald. butyrique.	$C^{10}H^{10}+O^2$ Ald. valér.	$C^{12}H^6+O^2$ Ac. phénique.	$C^{14}H^{14}+O^2$ Butyrone.	$C^{14}H^6+O^2$ Hyd. de benz.	$C^{14}H^6O^2+O^2$ Hyd. de salycil.			$C^{18}H^8+O^2$ Hyd. de cinn.			$C^{32}H^{32}+O^2$ Ald. cétique.	$C^{34}H^{34}+O^2$ Inc.	$C^{36}H^{36}+O^2$ Cire.	$C^{40}H^{32}+O^2$ Rés. euph. cop.
indiff.							$C^{12}H^3Cl^3+O^2$ Ac. ch.-phén.		$C^{14}H^6+S^2$ Sulf. de benzèn.	$C^{14}H^5ClO^2+O^2$ Ac. chl. salycileux			$C^{18}H^4Cl^4+O^2$ Chlorocinnose.						
acides	( ) HH + O^2		$C^4HCl^3+O^2$ Chloral.	$C^6H^3Cl^3+O^2$ Chlor. mes.		$C^{10}H^9Cl+O^2$ Chloramilal.	$C^{12}H^3X^3+O^2$ Ac. picriq.			$C^{14}H^5BrO^2+O^2$ Ac. brom. salycil.									
dérivés, etc.	( ) ClH + O^2																		
SELS. Monobasiques. acide / sel	( ) HM + O^4	C^2HM+O^4 Formiates.	$C^4H^3M+O^4$ Acétates.	$C^6H^3M+O^4$ Ptéléates et Acroléates.	$C^8H^7M+O^4$ Butyrates.	$C^{10}H^9M+O^4$ Valérianates.		$C^{14}H^{13}M+O^4$ Azoléates.	$C^{14}H^5M+O^4$ Benzoates.	$C^{14}H^5O^2M+O^4$ Salycilates.			$C^{18}H^7M+O^4$ Cinnamates.	$C^{20}H^{17}M+O^4$ Campholates.	$C^{20}H^7M+O^4$ Inc.	$C^{32}H^{31}M+O^4$ Cétates.	$C^{34}H^{33}M+O^4$ Margarates.	$C^{36}H^{35}M+O^4$ Stéarates.	
dérivés	( ) ClM + O^4	C^2ClM+O^4 Oxych. carb.	$C^4Cl^3M+O^4$ Chloracétates.		$C^8H^4Cl^3M+O^4$ Chl.-butyrates.	$C^{10}H^6Cl^3M+O^4$ Chl. valér.			$C^{14}H^4XM+O^4$ Nitrobenzoates.	$C^{14}H^4ClO^2M+O^4$ Chl.-salycilates.			$C^{18}H^6XM+O^4$ Nitrocinnam.		$C^{20}ClH^4O^2M+O^4$ Chl.-naphtalates.		$C^{34}H^{33}O^2M+O^4$ Margaritates. ?		
amidés	( ) AdM + O^4	C^2AdM+O^4 Carbamates.	$C^4O^2AdM+O^4$ Oxamates.		$C^8H^4O^2AdM+O^4$ Succinamates.		$C^{12}Cl^2O^2AdM+O^4$ Chl.-anilamates.		$C^{14}H^4AdM+O^4$ Anthranilates.		Isamates. (homodesm.)	$C^{16}H^4O^2AdM+O^4$ Phtalamates.		$C^{20}H^{14}O^2AdM+O^4$ Camphoramates.					
Bibasiques. acide / sel	( ) MM + O^6	$C^2M^2+O^6$ Carbonates.	$C^4O^2M^2+O^6$ Oxalates.		$C^8H^4O^2M^2+O^6$ Succinates.	$C^{10}H^6O^2M^2+O^6$ Pyrotartrates.	$C^{12}Cl^2O^2M^2+O^6$ Chl.-anilates.	$C^{14}H^{10}O^2M^2+O^6$ Pimélates.			$C^{14}CyH^4M+O^4$?	$C^{16}H^4O^2M^2+O^6$ Phtalates.		$C^{20}H^{14}O^2M^2+O^6$ Camphorates.	$C^{20}H^6M^2+O^6$ Chrysophanates.				$C^{40}H^{30}M^2+O$ Sylvates. ?
dérivés	(Cl) MM + O^6	$C^2M^2+O^4$ / S^2 Sulfocarb.						$C^{14}H^{10}X^2M^2+O^6$ Butyronitr.?			Isatinates.	$C^{16}H^3XO^2M^2+O^6$ Nitrophtalates.							
viniques	( ) EM + O^6	C^2EM+O^6 Carbovinat	$C^4O^2EM+O^6$ Oxalovinates.									$C^{16}H^4O^2EM+O^6$ Phtalovinates.		$C^{20}H^{14}O^2EM+O^6$ Camphovinates.					
PROMÉTALLIDES. fond	H N	H C^2H^3 Méthyle.	H C^4H^5 Éthyle.	H C^6H^5 Mésityle.		H $C^{10}H^{11}$ Amyle.	H $C^{12}H^5Ad$ Anilum.			H $C^{14}H^7Ad$ Inc.				H $C^{20}H^{16}O^2$	H $C^{20}H^7Ad$	H $C^{32}H^{33}$ Cétyle.			
amidé																			
dérivés, etc.	H N		H C^4H^3AR Kakodyle.	H C^6H^3Pt			H $C^{12}H^4ClAd$ Chloranilum.								H $C^{20}H^6ClAd$				

» *a.* Les *Haloformes*, qui passent au type salin monobasique, en décomposant l'eau et en formant un hydracide;

» *b.* Les *Anhydrhalydes*, qui se comportent de même, mais forment une plus petite quantité d'hydracide;

» *c.* Les *Amides*, qui absorbent 2 atomes d'eau pour former un sel neutre ammoniacal monobasique;

» *d.* Les *Anhydracides*, qui absorbent 2 atomes d'eau pour former un sel bibasique;

» *e.* Les *Biamides*, qui, en absorbant 4 atomes d'eau, forment un sel neutre ammoniacal bibasique;

» *f.* Les *Biimides*, qui, en absorbant 4 atomes d'eau, forment un sel acide ammoniacal bibasique;

» 4°. Les *Aldéhydes* passent au type salin en décomposant l'eau ou en absorbant 2 atomes d'oxygène. Ce genre devra subir plusieurs divisions.

» C. Les *sels* sont des composés qui renferment 1 ou 2 équivalents d'hydrogène susceptibles d'être remplacés immédiatement à l'aide des doubles décompositions par des métaux.

» Je distingue:

» 1°. Les *sels monobasiques*. Parmi ceux-ci on remarque les sels amidés qui doivent se diviser en deux sections:

» *a.* Les *sels amidés*, susceptibles de se transformer, sous l'influence des acides ou des bases, en ammoniaques et en sels bibasiques;

» *b.* Les *sels amidés*, qui ne sont pas susceptibles d'une pareille transformation.

» 2°. Les *sels bibasiques*.

» Quant aux sels tri- et quadribasiques, ils appartiennent à la classe des syndesmides.

» D. Les *prométallides* ne sont, pour la plupart, que des êtres de raison qui n'existent pas libres, mais que l'on peut concevoir comme existants dans certains sels à la place des métaux dont ils jouent le rôle.

» Enfin viennent les

» E. *Syndesmides*, que je partage en

» 1°. *Homodesmides*, qui renferment des noyaux de la même série;

» 2°. *Hétérodesmides*, qui renferment des noyaux de deux séries différentes.

» Les Syndesmides, d'après leurs propriétés, pourraient soit se sous-diviser en anhydrides, aldéhydes, sels, etc., soit se placer à la suite de chaque genre, dont ils partagent les propriétés.

» Le tableau que je viens de donner renferme plusieurs séries différentes,

placées les unes à côté des autres, en allant de la plus simple à la plus compliquée; c'est un ordre provisoire.... Plus tard, il faudra les réunir par groupes qui renfermeront, soit des séries qui passent le plus facilement de l'une à l'autre, comme la série phénique avec les séries indigotique et salicylique; soit les séries qui offriront certains rapports entre le carbone et l'hydrogène du noyau, comme je l'ai déjà fait pour les séries dans lesquelles le nombre des atomes de carbone du noyau fondamental est égal à celui des atomes d'hydrogène. C'est l'expérience qui nous apprendra quelle est la meilleure méthode, et quels sont les rapports qu'il faudra préférer; si nous devrons choisir les rapports des homologues de M. Gerhardt.

» En jetant un coup d'œil sur le tableau de toutes ces séries, on aperçoit immédiatement un autre avantage dans la méthode que je propose. Ainsi, tous les carbures d'hydrogène sont sur une même ligne horizontale, tous les ammonides sont sur une deuxième, les anhydrides sur une troisième, les sels sur une quatrième, etc.; c'est-à-dire que, à l'aide de nos séries composées de corps doués de propriétés différentes, mais s'engendrant les uns par les autres, nous parvenons à faire un tableau tellement disposé, que tous les corps qui ont de la ressemblance se trouvent placés les uns à côté des autres.

» Si nous divisons pour un instant le noyau en deux parties: la *caractéristique* (*voyez* série typique), que je représente par une parenthèse ( ), et la *constante*, que je représente par 2 équivalents, l'on verra qu'il suffit de changer la caractéristique pour passer d'une série à l'autre, et même pour passer à la chimie minérale; seulement on remarquera que, dans ce dernier cas, la caractéristique devient souvent nulle. Les séries les plus compliquées de la chimie minérale et les séries les plus simples de la chimie organique ont des caractéristiques qui renferment 3 à 4 équivalents. Si l'espace me l'eût permis, j'aurais donné un tableau des principales séries organiques et inorganiques, et l'on aurait vu qu'il n'y a aucune différence entre la chimie minérale et la chimie organique; que l'un n'est pas plus que l'autre la chimie des *radicaux composés*.

» J'emploie un système particulier de formules que j'appellerai *synoptiques*. Elles ont, je pense, les avantages des formules *brutes* et *rationnelles* sans en avoir les inconvénients.

» Je n'ai pas la prétention de représenter par mes formules l'arrangement réel des atomes, de faire, suivant l'expression de M. Chevreul, des formules *absolues*. Ce sont bien des idées sur l'arrangement moléculaire qui m'ont guidé dans le système que j'expose; mais on peut, si l'on veut, en faire abstraction, et ne voir dans mes formules que des symboles dont l'aspect rappelle à

l'instant même, non-seulement la composition et la nature du corps qu'ils représentent, mais encore la série à laquelle ce corps appartient et la place qu'il doit occuper dans cette série.

» Le tableau suivant fera voir l'avantage de mes formules sur celles qui sont en usage : je les compare à celles de M. Berzelius et à celles de M. Baudrimont qui commencent à être adoptées en France par la plupart des chimistes. Je crois devoir rappeler que toutes mes formules représentent constamment 4 volumes de vapeur, et que j'admets que les atomes sont divisibles en *éléments* dont le nombre et le mode de réunion peuvent faire que le même corps simple se présente tantôt avec certaines propriétés, tantôt avec d'autres; qu'il entre dans les corps composés, tantôt avec un certain poids, tantôt avec un autre.

		Syst. Berzelius.	Syst. Baudrimont.	
Éthérène	C^4H^4	C^2H^2	C^2H^2	1
Éthérène chloré	$C^4(H^3Cl)$	$C^4H^6 + Cl^2$	C^4ClH^3	2
Éthérène chloré	$C^4(H^2Cl^2)$	$C^2H + Cl$	C^2ClH	3
Acide acétique	$C^4H^4 + O^4$	$(C^4H^3 + O^3) + HO$	$C^4H^4O^4$	4
Acétate de protoxyde de fer.	$C^4(H^3F) + O^4$	$(C^4H^3 + O^3) + FO$	$C^4(H^3F)O^4$	4
Acétate de peroxyde de fer.	$C^4(H^3f) + O^4$	$3(C^4H^3 + O^3) + O^3F^2$	$C^{12}H^9F^2O^{12}$	5
Acide chloracétique	$C^4(Cl^3H) + O^4$	$C^2O^3 + C^2Cl^3 + HO$	$C^4Cl^3HO^4$	6
Chloracétate de prot. de fer.	$C^4(Cl^3F) + O^4$	$C^2O^3 + C^2Cl^3 + FO$	$C^4Cl^3FO^4$	6
Chloracétate de perox. de fer.	$C^4(Cl^3f) + O^4$	$(3C^2O^3 + 3C^2Cl^3) + O^3F^2$	$C^{12}Cl^9F^2O^{12}$	7
Acétate d'éthyle	$C^4H^3\begin{pmatrix}H\\C^4H^4\end{pmatrix} + O^4$	$(C^4H^3 + O^3) + OC^4H^5$	$C^8H^8O^4$	8
Chloracétate d'éthyle	$C^4Cl^3\begin{pmatrix}H\\C^4H^4\end{pmatrix} + O^4$	$(C^2O^3 + C^2Cl^3) + OC^4H^5$	$C^8Cl^3H^5O^4$	9
Acétate d'aniline	$C^4H^3\begin{pmatrix}H\\C^{12}H^5Ad\end{pmatrix} + O^4$	$(C^4H^3 + O^3) + C^{12}H^7Az^2 + HO$	$C^{16}H^{11}AzO^4$	10

» D'après mon système, on voit que tous les acétates ont la même constitution ainsi que leurs dérivés. On reconnaît dans l'éther acétique immédiatement la formule de l'acide acétique, et à volonté celle de l'éthérène ou de l'éthyle. Dans le système de M. Berzelius, il y a autant de corps hypothétiques que de formules, et souvent trois hypothèses dans une seule formule. Dans le système de M. Baudrimont, les formules sont extrêmement différentes les unes des autres; il y a presque autant de types différents que de composés différents. Cependant, comme M. Baudrimont admet maintenant avec moi que le chlore, en se substituant à l'hydrogène, ne change pas le type du composé, il en résulte que les acétates et les chloroacétates correspondants doivent avoir la même formule; mais qui pourrait reconnaître dans ce symbole $C^{16}H^{11}AzO^4$ l'acétate d'aniline?

» Mes tableaux renferment deux ou trois corps dont la formule ne cor-

respond pas aux propriétés : tel est l'acide isatinique $C^{14}CyH^{7} + O^{6}$ qui, malgré ses 6 équivalents d'oxygène au delà du noyau, est cependant monobasique. Mais l'acide isatinique ne peut se comparer à aucun autre corps connu. Si les corps de cette espèce étaient plus nombreux et mieux connus, on verrait sans doute à quoi tient le désaccord qui existe entre la formule et les propriétés, et ces composés devraient constituer un genre à part.

» J'ai adopté les équivalents de M. Gerhardt, ou, si l'on veut, dans toutes les formules que je donne, le nombre des atomes de carbone est toujours divisible par 4; il en est de même pour l'hydrogène, à moins qu'il n'y ait substitution. Le nombre des atomes d'oxygène est pair. Il en résulte que toutes les formules sont divisibles par 2. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau genre de sels obtenus par l'action de l'hydrogène sulfuré sur les arséniates; par* MM. **J. Bouquet** *et* **S. Cloez.** (Extrait par les auteurs.)

« L'étude des produits qui se forment quand on fait agir l'acide sulfhydrique sur les arséniates solubles a été déjà faite par M. Berzelius, dans le Mémoire qu'il a publié, en 1826, sur les sulfarséniates. Cet illustre chimiste a vu que, dans ce cas, l'acide sulfhydrique, par son hydrogène, s'empare de tout l'oxygène des arséniates et que le soufre s'y substitue, de sorte qu'après la réaction, on a un nouvel arséniate dans lequel tout l'oxygène est remplacé par du soufre.

» Il nous a été donné de voir, dans une réaction tout à fait semblable, que le remplacement de l'oxygène par le soufre éprouve en quelque sorte un temps d'arrêt, et nous avons obtenu un sel parfaitement cristallisé, et correspondant, par sa composition, aux arséniates. Il en diffère cependant en ce point, que son acide renferme à la fois du soufre et de l'oxygène, indépendamment de l'arsenic qui en est le radical.

» Voici dans quelles circonstances ce sel prend naissance : dans une solution saturée et froide de biarséniate de potasse on fait passer un courant rapide d'acide sulfhydrique; au bout de quelques instants, il se précipite du sulfure d'arsenic, puis il se forme des cristaux blancs qui gagnent le fond du vase où s'opère la réaction. Quand il s'est déposé une certaine quantité de ces cristaux, on ajoute un peu de potasse, de manière à rendre la liqueur alcaline. On continue à faire passer de l'hydrogène sulfuré, jusqu'à ce que le sulfure d'arsenic ait pris une teinte grise; on filtre alors la liqueur et on la fait cristalliser dans le vide.

» Les cristaux qui se forment sont toujours salis par une poudre jaune; on les lave avec un peu d'eau distillée, on les comprime entre plusieurs doubles de papier buvard, et l'on achève leur dessiccation dans le vide.

» L'analyse de ce sel nous a conduits à le représenter par la formule

$$Ar\,O^3S^2,\ KO + 2HO.$$

» Cette formule n'est pas la seule que l'on puisse présenter pour expliquer la constitution de ce sel; ainsi, si l'on triple la formule précédente, on pourra le représenter de la manière suivante :

$$2(Ar\,O^5,\ KO) + Ar\,S^5,\ KS + 6HO.$$

Sous cette forme, ce serait une combinaison de 2 équivalents de biarséniate de potasse et de 1 équivalent de sulfarséniate de potasse. Mais si telle était sa constitution, il devrait laisser précipiter du sulfure d'arsenic par l'action des acides, ce qui n'a pas lieu: dans ce cas le sel se décompose et ne laisse précipiter que du soufre.

» D'après une autre manière de voir, on pourrait considérer ce sel comme du biarséniate de potasse, dans lequel l'eau de cristallisation serait remplacée par de l'acide sulfhydrique.

L'arséniate de potasse $= Az\,O^5,\ KO + 2HO$,
Le sel étudié....... $= Az\,O^5,\ KO + 2HS$.

» Mais nous ne croyons pas que telle soit la constitution de ce sel, car si l'on précipite un sel de plomb par une solution du sel, on a un précipité blanc; dans l'hypothèse précédente, il devrait être noir. Le précipité noircit, il est vrai, mais ce n'est ordinairement qu'après deux ou trois heures et alors que le précipité est complétement décomposé.

» Nous avons cru devoir donner la préférence à la première formule que nous avons présentée; cette formule admet, dans ce sel, l'existence d'un nouvel acide, analogue en composition à l'acide arsénique, mais contenant, outre son radical, du soufre et de l'oxygène.

» Sans préjuger en rien le nom que les progrès ultérieurs de la chimie pourront assigner à ce nouvel acide, et désirant seulement lui en donner un qui permette de ne pas le confondre avec ceux déjà connus, nous proposons celui d'acide *sulfoxiarsénique*.

Le sulfoxiarséniate de potasse $= Ar\,O^3S^2,\ KO + 2HO$.

» Ce sel est blanc, cristallisé en petits prismes, qui peuvent quelquefois

atteindre la longueur de 1 ou 2 centimètres (1); il est peu soluble dans l'eau. Nous n'avons pu déterminer directement cette solubilité, car le sel en solution se décompose promptement, même dans le vide.

» Cependant si la solution est saturée, si, de plus, elle est un peu alcaline, on peut encore obtenir une cristallisation dans le vide. Le sel n'est pas, à la vérité, entièrement préservé de la décomposition, mais une partie y échappe et peut cristalliser.

» Le sel séché est complétement inaltérable au contact de l'air.

» Mais si on élève la température, il donne, en se décomposant, des produits très-complexes.

» Vers 170 degrés, il laisse dégager toute son eau et jaunit sans se fondre.

» Chauffé à la flamme de la lampe à alcool, il fond, perd son eau et laisse dégager du sulfure d'arsenic, puis de l'arsenic qui vient se sublimer à la voûte de la cornue en cristaux brillants.

» Le résidu rouge-brun qui reste au fond de la cornue contient du sulfate de potasse, un sulfosel contenant un des sulfures d'arsenic, et une trace d'arséniate de potasse.

» Le sel en solution se décompose promptement; cette décomposition, qui commence même à froid, est complète à l'ébullition. Il se dégage des traces d'acide sulfhydrique, et il se dépose une petite quantité d'une poudre jaune sale, qui, analysée, ne contenait que du soufre.

» La liqueur contient un sulfosel, et l'acide chlorhydrique en précipite du sulfure d'arsenic. Elle paraît contenir aussi de l'arsénite de potasse, car elle précipite immédiatement par l'hydrogène sulfuré, alors qu'on la traite par le réactif, après y avoir ajouté de l'acide chlorhydrique et l'avoir filtrée.

» La solution, ainsi décomposée par ébullition, ne contient pas de sulfate.

» Si nous insistons sur la décomposition qu'éprouve le sulfoxiarséniate de potasse en présence de l'eau, c'est que nous croyons que l'explication de ce fait jettera quelque jour sur la constitution de ce sel, telle que nous la présentons.

» En effet, la facile altération du sulfoxiarséniate de potasse, et la grande facilité avec laquelle il se sépare de ses deux équivalents de soufre, peuvent bien faire admettre qu'au premier moment de la décomposition il se dédouble

---

(1) Pendant le séjour que M. Mitscherlich vient de faire à Paris, nous avons eu occasion de lui communiquer les principaux résultats de ce travail. Il a bien voulu se charger de l'examen cristallographique de notre sel.

en soufre et arsénite de potasse:

$$ArO^3S^2, KO = ArO^3KO + 2S.$$

» L'acide arsénieux est un acide faible, et ne sature pas complétement la potasse; de sorte qu'en admettant que le soufre puisse agir sur la potasse *comme* si elle était à peu près libre, on aura l'explication de ces phénomènes, en apparence si compliqués.

» La potasse et le soufre, en présence de l'eau, donnent un hyposulfite et un polysulfure : nous ferons remarquer que la liqueur ne contient pas de sulfate. Si, dans cette réaction, il s'est formé un polysulfure, il aura sulfuré et dissous à mesure une partie de l'acide arsénieux; de là la formation d'un sulfarsénite et le dépôt de soufre. Enfin, comme il y a peu de soufre, une partie de l'acide arsénieux échappe à la sulfuration.

» L'acide chlorhydrique pur et exempt de chlore, décompose immédiatement le sel : il en sépare le soufre complétement; car, si l'on porte le mélange à l'ébullition, le soufre se rassemble en un globule dont le poids représente, à $\frac{1}{2}$ pour 100 près, celui que des analyses plus rigoureuses nous ont démontré exister dans le sel.

» La formule du sulfoxiarséniate de potasse nous indique que, si tout le soufre de ce produit est enlevé, les éléments restants constituent l'arsénite de potasse. C'est en effet ce produit, ou mieux de l'acide arsénieux, qui reste en solution après la décomposition du sel par l'acide chlorhydrique.

» La présence de l'acide arsénieux a été démontrée dans cette solution par l'hydrogène sulfuré, qui la précipite immédiatement, et enfin par le précipité vert caractéristique que l'on obtient avec le sulfate de cuivre.

» Quand on précipite un sel de plomb par une solution de sulfoxiarséniate de potasse, on a un précipité blanc, que l'on peut laver à l'eau froide, pendant deux ou trois heures, sans que sa couleur s'altère; mais bientôt il se colore, et, après un ou deux jours, il devient tout à fait noir.

» Si, avant cette altération, on traite ce précipité en suspension dans l'eau par quelques gouttes d'acide sulfurique, et si l'on filtre la liqueur après quelques minutes de contact, on a une liqueur acide qui ne précipite pas les sels de baryte, et qui bientôt se trouble et laisse précipiter du soufre.

» Nous avions évidemment en solution l'acide sulfoxiarsénique, mais sa prompte altération ne nous a pas permis de le concentrer, ni même d'étudier ses propriétés à l'état d'isolement, car son existence est éphémère.

» Si l'on rapproche la réaction produite par l'acide sulfurique sur le sel de plomb de celle produite par l'acide chorhydrique sur le sel de potasse, on

voit qu'elles sont du même ordre. Dans les deux cas l'acide sulfoxiarsénique a été isolé; mais aussitôt sa séparation, il se décompose en soufre et acide arsénieux. Cette altération paraît être son caractère le plus distinctif.

» Nous avons parlé de la grande analogie de composition qui existe entre l'arséniate et le sulfoxiarséniate de potasse; la comparaison des formules respectives de ces deux sels démontre complétement cette analogie :

Le biarséniate de potasse. . . . $= ArO^5, KO + 2HO$,
Le sulfoxiarséniate de potasse. . $= ArO^3S^2KO + 2HO$.

» Nous avons vu aussi qu'à 170 degrés le sel que nous avons étudié perdait complétement son eau et se décomposait.

» Si maintenant on veut se rappeler l'analogie si grande qui existe entre l'acide arsénique et l'acide phosphorique, et celle que nous avons essayé d'établir entre l'acide arsénique et l'acide sulfoxiarsénique, on ne trouvera peut-être pas téméraire une conséquence théorique que nous chercherions à déduire de cette comparaison.

» Pour nous, les 2 équivalents d'eau de notre sel sont de l'eau basique, et l'acide sulfoxiarsénique est un acide tribasique, comme l'acide phosphorique.

» Cette propriété n'a pas été démontrée, il est vrai, pour l'acide arsénique, mais elle est très-probable, et quelques expériences que nous nous proposons de continuer nous portent à croire que l'acide arsénique peut présenter, dans son état d'hydratation, les mêmes phénomènes que l'acide phosphorique.

» Une autre considération théorique nous semble présenter, peut-être, un plus haut degré d'importance.

» Nous pensons que l'acide sulfoxiarsénique, intermédiaire par sa composition entre l'acide et le sulfide arsénique, n'est pas le seul composé qui puisse rattacher ces deux acides l'un à l'autre.

» Nous croyons à l'existence d'une série semblable à celle que le beau travail de M. Regnault, sur les éthers chlorés, nous a fait connaître.

» Les deux termes extrêmes de la série sont l'acide et le sulfide arsénique; l'acide sulfoxiarsénique est un intermédiaire. La série, pour être complète, exigerait encore trois autres termes, et il est probable que des recherches dirigées dans ce sens combleront cette lacune.

» Cette série de composés peut se formuler de la manière suivante :

$Ar O^5$. Acide arsénique.
$Ar O^4 S$.
$Ar O^3 S^2$. Acide sulfoxiarsénique.
$Ar O^2 S^3$.
$Ar O S^4$.
$Ar S^5$. Sulfide arsénique.

» En terminant l'exposé de cette étude, il nous reste un devoir à remplir. Nous avons reçu, pendant le cours de ce travail, de nos maîtres, MM. Regnault, Pelouze, et surtout de MM. Ebelmen et Fremy, des encouragements et des conseils qui ont beaucoup facilité notre tâche. Nous sommes heureux de pouvoir leur en donner ici un témoignage public de reconnaissance. »

CHIMIE. — *Recherches concernant les alcalis organiques.* — (Lettre de M. CH. GERHARDT à M. *Dumas.*)

« J'ai eu l'honneur, il y a deux ans, de communiquer à l'Académie les résultats de quelques recherches sur les alcalis organiques. Ce travail avait principalement pour objet de fixer la composition de la quinine, de la cinchonine, de la strychnine, de la codéine et du pipérin, dont les formules exigeaient une nouvelle révision depuis la correction qu'avait subie le poids atomique du carbone. Le résultat le plus saillant de ces recherches a été la transformation de la quinine, de la cinchonine et de la strychnine en un nouvel alcali liquide, la *quinoléine,* dont la composition est venue contrôler celle des corps précédents.

» Persuadé que l'examen des produits de décomposition est le moyen le plus sûr pour fixer la composition des substances organiques, j'ai continué ce genre d'études sur d'autres alcaloïdes, et principalement sur la brucine.

» Les chimistes connaissent la coloration rouge que ce corps, libre ou en combinaison avec les acides, éprouve de la part de l'acide nitrique; cette réaction, d'une extrême sensibilité, permet de découvrir de fort petites quantités de ce corps dans un liquide, si bien qu'on l'a recommandée pour les recherches de médecine légale.

» Malgré l'importance de cette réaction, on n'en connaissait pas la nature chimique. Je viens de me livrer, à cet égard, à une série de recherches qui m'ont donné des résultats extrêmement curieux.

» Quand on verse de l'acide nitrique sur de la brucine pure, elle se colore en rouge foncé, en même temps qu'il se développe un gaz odorant et inflammable: le mélange s'échauffe beaucoup; mais si on laisse l'action

s'accomplir sans l'aide d'une chaleur artificielle, il ne se dégage aucune trace de vapeurs nitreuses ni d'acide carbonique. Le produit se prend en masse par le refroidissement, et présente alors une teinte orangée; l'eau le dissout avec une couleur rouge; l'alcool le dissout fort peu à froid, bien mieux à l'ébullition, et l'abandonne par l'évaporation sous forme cristalline; l'éther ne le dissout guère. C'est à l'aide de ces solvants qu'on parvient à l'obtenir assez pur. L'analyse de ce corps m'a conduit à la formule (*)

$$C^{21} H^{23} N^{3} O^{8}.$$

Ce corps renferme en combinaison les éléments de la vapeur nitreuse; en effet, quand on le chauffe, il fait explosion comme la poudre à canon, et comme il contient plus d'azote que la brucine, il est évident qu'il y a de la vapeur nitreuse.

» $NO^2 = X$ remplaçant H, le corps rouge est donc

$$C^{21} (H^{23} X) N^{2} O^{6},$$

dérivant de

$$C^{21} H^{24} N^{2} O^{6}.$$

» Mais ce n'est pas là le plus curieux de la réaction. Si l'on examine le gaz qui accompagne le corps rouge, on lui trouve tous les caractères de l'éther nitreux (**) : en effet, il est incolore, soluble dans l'eau, et fort soluble dans l'alcool; il possède l'odeur si caractéristique de pommes de reinette, et brûle avec une flamme blanche légèrement verdâtre, en développant des vapeurs nitreuses; tel qu'il se dégage, il n'est mélangé d'aucune trace d'acide carbonique, ni d'oxyde d'azote.

» L'apparition si inattendue de l'éther nitreux me faisait supposer d'abord que la formation de ce corps serait due à la présence, dans la brucine, de l'alcool de cristallisation. Mais une expérience concluante m'a prouvé que la brucine renferme bien réellement de l'eau de cristallisation, et que l'éther nitreux se développe tout aussi bien par la brucine complétement sèche. En effet, après avoir été fondue au bain d'huile jusqu'à expulsion complète de toute humidité, elle dégage cet éther, au contact de l'acide nitrique, en aussi grande quantité; on peut dire que ce mélange est une véritable source d'éther nitreux, car le dégagement gazeux continue jusqu'à ce que la dernière parcelle de brucine ait disparu dans le liquide nitrique.

(*) $C = 75$; $H = 6,25$; $N = 87,5$.

(**) Ces expériences ont été faites pendant les chaleurs de l'été; on sait que l'éther nitreux bout à 16°,5 cent. J'ai également fait des contre-épreuves avec de l'éther nitreux préparé exprès.

» Cette réaction est une fort jolie expérience de cours; on fait bien d'employer de la brucine fondue, sans la réduire en poudre; l'attaque de l'acide nitrique est alors moins brusque, et le dégagement de l'éther nitreux s'effectue d'une manière régulière.

» 1 équivalent de brucine et 2 équivalents d'acide nitrique renferment les éléments de 1 équivalent du corps rouge et de 1 équivalent d'éther nitreux:

$$C^{23}H^{26}N^{2}O^{4} + 2NHO^{3} = C^{21}H^{23}N^{3}O^{8} + C^{2}H^{5}NO^{2}.$$

» Si l'on abandonne le corps rouge dans le liquide nitrique, pendant quelques heures, il se convertit en un corps jaune, insoluble dans l'eau, et qu'on prendrait, au premier abord, pour du jaune de chrome. Ce corps aussi renferme les éléments nitreux, car il fait explosion par la chaleur, comme le corps rouge.

» La morphine est vivement attaquée par l'acide nitrique, mais ne paraît pas développer d'éther nitreux. »

CHIMIE. — *Note sur les différents états de l'acide arsénieux, et la forme vitreuse en général; par* M. **Brame**.

« L'auteur résume dans les termes suivants les recherches qui font l'objet de son Mémoire:

» 1°. La dévitrification de l'acide arsénieux résulte de la tendance de ce corps à la cristallisation.

» 2°. Dans la dévitrification par le temps, il paraît qu'il y a d'abord formation de cristaux définis et transparents, et que ceux-ci, comme on en a vu précédemment des exemples, se transforment en cristaux plus petits, lesquels s'agrégent, malgré la dilatation qui se produit sous l'influence de la résistance opposée par les couches encore vitreuses. La chaleur, le contact passager des dissolvants, brisent cette résistance, et alors les petits cristaux deviennent distincts.

» 3°. Dans la dévitrification par la chaleur, favorisée sans doute par la volatilité de l'acide arsénieux (126 à 150 degrés), le plus ordinairement il se forme des cristaux, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des fragments dévitrifiés; néanmoins, si la température ne dépasse pas 126 degrés, ou si, plus élevée, elle est peu prolongée, on n'y trouvera pas trace de cristaux, et les zones opaques qui se forment dans les fragments auront exactement l'apparence de celles que produit l'action du temps. Ici encore la chaleur, déterminant la dilatation, met les molécules en mouvement : les dissolvants qui la provoquent agissent de même.

» 4°. Quant à la cause qui produit les zones elles-mêmes, elle tient peut-être à ce que des dépôts successifs d'acide arsénieux s'ajoutent les uns aux autres dans les appareils de l'industrie ; peut-être aussi à ce que des dépôts successifs d'acide arsénieux pulvérulent se sont fondus dans le lieu même où ils se sont effectués, ce que j'ai pu constater sur une masse du commerce. On doit remarquer ici que l'acide arsénieux vitreux paraît se diviser plus facilement dans le sens des zones que dans d'autres sens; or, dans tous les cas, aux points de contact des dépôts superposés, la ténacité doit être plus grande, et par conséquent la résistance plus énergique aux forces qui sollicitent la cristallisation. Quoi qu'il en soit, il est remarquable que la dévitrification se fasse par zones, lorsque cette dévitrification peut être rapportée à la tendance à la cristallisation.

» 5°. La différence de densité de l'acide arsénieux vitreux et de celui qui est devenu opaque s'explique suffisamment par la cristallisation; d'ailleurs le bruit de craquement qui se fait entendre pendant la dévitrification indique l'écartement des lames vitreuses par les cristaux formés.

» 6°. La différence de solubilité, étudiée avec soin par M. Guibourt, sera expliquée, je le pense; mais mes expériences sur ce point n'étant pas terminées, je n'en parlerai pas.

» 7°. Relativement à l'état particulier que prend l'acide arsénieux lorsqu'il se dépose d'une solution concentrée dans l'acide chlorhydrique, on y voit une tendance que présentent les cristaux d'acide arsénieux à se désagréger pour se réunir ensuite en couche continue : c'est donc un effet qui semble inverse du précédent; mais, comme je l'ai déjà dit, il y a peut-être là des phénomènes particuliers que je me propose d'étudier avec soin.

» Lorsque j'eus reconnu combien il était facile de dévitrifier l'acide arsénieux par une chaleur peu élevée, qui produit les mêmes effets que le temps lui-même, je tentai des expériences analogues sur un certain nombre de corps transparents, vitreux ou cristallisés.

» L'acide borique, porté à une température voisine de celle qui détermine sa fusion, puis placé dans un tube de verre fermé à la lampe, est devenu opaque en quelques jours.

» Le borax fondu, légèrement opaque à la surface, s'est recouvert de véritables cristaux, à une température inférieure au point de fusion.

» A la température de 100 degrés centigrades, maintenue pendant trois quarts d'heure, des aiguilles prismatiques de soufre, qu'on venait d'obtenir par fusion et qui étaient transparentes, sont devenues opaques comme par le temps, en formant dans l'intérieur de petits cristaux brillants.

» Le sucre d'orge récent s'est à demi fondu à la température de 100 degrés, et par le refroidissement il a donné une masse blanchâtre dure, qui s'est ramollie ensuite, et qui présente un grand nombre de petits cristaux à l'intérieur comme à l'extérieur.

» Le sucre d'orge ancien, mais à cassure vitreuse, nullement cristalline, est devenu opaque en peu d'instants, à la même température, et il a cristallisé complétement. Il s'est à peine ramolli à la surface.

» Les cristaux de sucre candi blanc se sont vernis à la surface dans les mêmes circonstances; mais ils résistent beaucoup plus que le sucre d'orge.

» Est-il besoin de parler du verre qui, comme l'on sait, se dévitrifie par le temps ou par l'action prolongée d'une chaleur peu inférieure à celle qu'il exige pour se fondre, ou bien par des fusions et des solidifications répétées, ou bien encore par une fusion prolongée et un refroidissement lent; mais ici, comme dans les cas précités, de nouvelles expériences, de nouvelles observations sont nécessaires pour éclairer complétement la question.

» Parmi les cristaux qui subissent la dévitrification par le temps, je citerai encore le bichlorure de mercure.

» Voici donc une liste d'un certain nombre de substances qui se dévitrifient par le temps ou par la chaleur; je rassemblerai prochainement tous les matériaux nécessaires pour continuer ce travail, c'est-à-dire bon nombre de substances vitreuses et de cristaux anhydres d'un certain volume. Et vraisemblablement on reconnaîtra que la cause de la dévitrification est unique; on devra la rapporter à la tendance à la cristallisation : cristallisation du corps vitreux, transformation des cristaux anhydres en cristaux plus petits.

» Mais est-ce là tout le phénomène? Depuis quelques années M. Dumas exposait à mon insu, dans ses Leçons, que tous les corps vitreux retiennent de la chaleur, qu'ils abandonnent pendant la dévitrification.

» Dans la même pensée, je viens de faire un assez grand nombre d'expériences sur quelques corps vitreux, afin de constater s'il se dégage de la chaleur pendant la dévitrification, ou, si l'on veut, leur cristallisation à une température donnée.

» Je crois pouvoir annoncer, dès à présent, que, dans plusieurs cas, j'ai pu apprécier une élévation notable de température au moment de la transformation. L'acide arsénieux a paru présenter le phénomène bien distinctement.

» En terminant, je demande la permission de faire un rapprochement qui semble résulter de ce que je viens de dire :

» 1°. L'acide arsénieux vitreux se dévitrifie par l'action d'une tempéra-

ture peu élevée, et pendant cette dévitrification il paraît se produire de la chaleur;

» 2°. Dissous dans l'acide chlorhydrique, l'acide arsénieux vitreux devient lumineux pendant la cristallisation, et il se produit des cristaux opaques. Or, d'après mes observations, il paraît probable que les cristaux opaques, qui sont de petits tétraèdres, sont formés par le dédoublement d'octaèdres transparents. Je n'ai pu, dans ce cas, constater la quantité de chaleur produite pendant la cristallisation; mais on sait que, par le contact de l'ammoniaque, l'acide vitreux s'échauffe un peu en prenant toutes les propriétés de l'acide opaque; de plus, il cristallise, je l'ai reconnu, et j'ai vu que l'acide chlorhydrique étendu rend opaque l'acide vitreux, tandis qu'il fait cristalliser presqu'à l'instant l'acide opaque; on voit la relation. Dans tous les cas, il y a production de lumière pendant la cristallisation dans l'acide chlorhydrique.

» Quoi qu'il en soit, au moment de la dévitrification par la chaleur, il y a écartement des molécules, ébranlement comme par le choc, qui produit des phénomènes analogues.

» C'est ainsi que le fer doux, soumis à des chocs répétés, cristallise et devient cassant; il est, ainsi que le sucre d'orge, cristallin quelquefois tout à coup sous l'influence d'un choc ou même d'un léger mouvement; c'est ainsi que le sucre ordinaire, que l'on brise, devient lumineux dans l'obscurité. Enfin, c'est ainsi que, par l'agitation, les cristaux d'acide arsénieux, déposés de la solution dans l'acide chlorhydrique, peuvent eux-mêmes donner de la lumière par l'agitation, alors que, dans le repos, ils n'en produisent plus.

» Mais les corps qui se dévitrifient, c'est-à-dire cristallisent lentement, ne produisent peut-être pas de chaleur appréciable, bien que pouvant peut-être produire de la lumière sensible. Lorsque la chaleur détermine une dévitrification rapide, lorsqu'il y a cristallisation d'un corps vitreux, ou transformation de gros cristaux transparents en cristaux plus petits, de même que dans la cristallisation d'un corps mou, il peut y avoir dégagement de lumière ou de chaleur, et, dans certains cas, peut-être de lumière et de chaleur. »

M. Dumas, en présentant ce Mémoire, fait remarquer que les observations de M. Brame, concernant la dévitrification rapide de l'acide arsénieux ont pour effet de le fournir en masses rubanées, qui offrent la plus grande analogie avec les agates rubanées naturelles, dont la formation est encore l'un des mystères de la géologie.

L'observation de M. Brame paraît à M. Dumas très-digne, à cet égard, de l'attention des géologues.

PHYSIQUE. — *Liquéfaction des gaz, par* M. **Natterer**; *propriétés du protoxyde d'azote à l'état liquide.* (Extrait d'une Lettre de M. **Gaultier de Claubry** à M. *Dumas.*)

« A Vienne, un jeune chimiste, M. Natterer, vient de faire de curieuses expériences sur la liquéfaction des gaz carbonique et protoxyde d'azote, qu'il opère par le moyen d'une petite pompe en fer; il se sert pour réservoir d'une pièce en fer battu, travaillée avec soin et présentant à peu près la forme et les dispositions de la crosse d'un fusil à vent. Le protoxyde d'azote se liquéfie sous la pression de 50 atmosphères, à la température de + 15 degrés centigrades. C'est un liquide très-sucré, très-fluide, qui représente $\frac{1}{400}$ du volume du gaz qui l'a fourni. Sa température est de — 115 degrés. On peut le conserver plusieurs heures liquide; à la pression de l'atmosphère, la faible quantité qui se volatilise conserve l'autre portion; quand on y plonge un fil de métal, celui-ci produit un bruit analogue au sifflement que détermine un fer rouge au contact de l'eau. La plus petite quantité du liquide mis en contact avec la peau détermine une désorganisation du point touché avec une vive douleur.

» Au moyen de son appareil, il faut à M. Natterer quatre mille coups de piston pour obtenir environ $\frac{1}{4}$ de litre de gaz liquéfié. La bonne confection de l'appareil qu'il emploie lui donne une telle confiance, que je l'ai vu opérer sur le gaz liquéfié comme sur l'eau; cependant, il a eu une fois un accident, le réservoir s'étant, par une trop rapide et trop violente action de la pompe, déchiré dans un point; mais tout le gaz s'est écoulé sans qu'il en résultât rien de fâcheux.

» M. Natterer s'occupe, en ce moment, de la liquéfaction de quelques autres gaz, à laquelle il espère parvenir. »

ANATOMIE. — *Recherches sur la structure intime du foie des animaux mammifères et de l'homme.* (Extrait d'une Lettre de M. N. **Guillot.**)

« Ayant été assez heureux pour faire pénétrer des liqueurs diversement colorées dans les quatre ordres de vaisseaux du foie, jusqu'à l'extrémité des ramuscules les plus déliés, il m'est possible d'étudier les rapports mutuels des divisions ultimes des veines hépatiques, de l'artère hépatique, de la veine porte et des vaisseaux biliaires. L'état de perfection des pièces anatomiques que je conserve, permet de vérifier l'exactitude des conclusions suivantes :

» 1°. Il n'existe aucune anastomose entre les troncs des vaisseaux des différents ordres ramifiés dans la substance du foie; ce n'est que par les extrémités de leurs divisions les plus fines que les vaisseaux sanguins de l'organe sécréteur de la bile peuvent communiquer les uns avec les autres.

» 2°. Les veines hépatiques se terminent en un nombre infini de canaux, de l'ensemble desquels résulte une sorte de houppe de dimensions et d'aspect variables dans les différentes espèces animales. Ces canaux sont régulièrement abouchés les uns avec les autres.

» Les extrémités des veines hépatiques constituent, par les anastomoses mutuelles de ces canaux, un tissu dans lequel les conduits veineux circonscrivent des espaces polygonaux réguliers.

» C'est autour de ce tissu que sont disposées, dans chaque granulation hépatique, les divisions ultimes de la veine porte, ainsi que celles de l'artère hépatique et des conduits biliaires.

» C'est dans l'épaisseur de ce tissu que se terminent les extrémités de l'artère hépatique et de la veine porte, après s'être comportées de la manière suivante :

» 3°. Les ramifications les plus ténues de l'artère hépatique se divisent, avant leur terminaison, en un très-grand nombre de petits rameaux à la superficie des canaux biliaires; elles entourent principalement ceux de ces conduits dont l'exiguïté est la plus grande.

» 4°. Les dernières divisions de la veine porte ne parviennent au tissu formé par les veines hépatiques qu'après avoir été en contact avec les conduits biliaires et avoir parcouru l'épaisseur des amas plus ou moins considérables de ces conduits.

» 5°. Les conduits biliaires, que seul j'ai pu injecter jusqu'à leurs divisions les plus minimes, environnent, soit d'un réseau, soit de touffes épaisses, toute la superficie de chacune des houppes des veines hépatiques, et offrent avec la veine porte les rapports suivants :

» Toutes les ramifications ultimes de ces conduits biliaires se répandent sur la superficie de chacun des ramuscules de la veine porte. Le premier ordre de ces vaisseaux environne et couvre le second, autour des divisions duquel il se répand. Ces conduits biliaires, agglomérés à la surface des dernières ramifications de la veine porte, ne se terminent que lorsque cette veine s'abouche dans l'un des points de la circonférence de la houppe formée par les veines hépatiques dans chaque granulation du foie.

» D'après cette disposition, les conduits biliaires concourent à former

avec l'artère hépatique, un double réseau de conduits disposés tout autour des derniers rameaux de la veine porte.

» 6°. Les vaisseaux biliaires, après avoir parcouru, en s'étendant en flocons et en rameaux multipliés, toute la circonférence des ramuscules les plus fins de la veine porte, se réunissent en canaux d'un volume considérable, dont les dispositions offrent des variétés nombreuses : tantôt ces canaux aboutissent à de simples troncs qui conduisent la bile au delà du foie, tantôt ils se terminent à des espèces de sinus qui environnent chaque granulation hépatique; c'est alors de ces sinus que naissent les conduits excréteurs plus volumineux.

» Telles sont les dispositions les plus générales de l'organisation du foie des animaux mammifères. Le détail des particularités propres à chaque grande famille de ces animaux est actuellement l'objet de mes études. »

CHIRURGIE. — *Sur l'emploi de la baudruche dans le traitement des plaies.* (Lettre de M. J. Guérin.)

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un des appareils en baudruche que j'ai imaginés depuis quatre ans pour réaliser la cicatrisation des plaies par l'occlusion de leurs surfaces, et les ramener ainsi aux conditions des plaies sous-cutanées. L'Académie pourra ainsi se convaincre qu'il ne s'agit point, comme on l'a dit, de ventouses qui exposent, par une diminution de la pression atmosphérique, à des hémorragies et autres inconvénients analogues, mais bien d'une membrane éminemment souple, flexible, qui obéit, au contraire, à la pression atmosphérique, et s'applique, en vertu même de cette pression, sur les surfaces auxquelles elle est destinée à servir de peau artificielle. Suivant moi, quelque moyen que l'on emploie pour favoriser l'application exacte de ces membranes, qu'on aspire l'air ou qu'on l'expulse au moyen d'un liquide, d'un corps gras ou d'une substance agglutinative, qui prennent sa place, le principe est toujours le même, la méthode la même : le procédé seul d'exécution diffère dans ses éléments les plus accessoires. Or, à l'égard des moyens d'application hermétique à l'aide desquels je seconde l'aspiration extemporanée de l'air, je dirai que je n'en néglige aucun, et que les sacs de baudruche que j'emploie les portent avec eux. En effet, il suffit de mouiller cette membrane pour qu'elle obéisse à l'action de la pression atmosphérique, et adhère, au moyen de son enduit, aux surfaces qu'elle est destinée à protéger.

» Il est d'ailleurs, ainsi que je l'ai dit dans ma dernière Note, pour arriver

à la perfection et à la sûreté du but que je me suis proposé par ma méthode, d'autres conditions à observer et d'autres moyens à employer, différents de ceux qu'on avait imaginés jusqu'ici : j'aurai l'honneur de les exposer ultérieurement à l'Académie. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherches concernant la maturation des fruits ;* Lettre de M. COUVERCHEL, *à l'occasion d'une Note récente de* M. Fremy.

« Dans un Mémoire intitulé : *Recherches chimiques sur la maturation des fruits,* lu à l'Académie dans sa séance du 21 octobre dernier, M. Fremy annonce, qu'avant de faire connaître la composition que présentent les fruits, aux différentes époques de leur accroissement et de leur maturation, il a cru devoir traiter quelques questions générales et examiner principalement l'influence que les éléments de l'air peuvent exercer sur le développement des fruits.

» M. Fremy, ainsi que l'avait fait avant lui M. Bérard, considère la présence de l'air comme indispensable à l'accomplissement du phénomène de la maturation, en ce qu'il fournit l'oxygène nécessaire au développement de l'acide carbonique. A l'époque du concours, Théodore de Saussure a annoncé que les fruits verts ont sur l'air la même action que les feuilles ; mais s'ensuit-il pour cela que l'action continue pendant la maturation? non, et c'était aussi l'opinion de ce célèbre observateur. A cette période de l'existence du fruit, l'air agit seulement comme milieu, il sert de véhicule à la chaleur et à l'humidité. A cette époque, le développement du fruit est complet; les principes sont formés et accumulés, et ils n'ont besoin que du concours de la chaleur pour réagir les uns sur les autres. Il est vrai de dire qu'entre le complet développement et la maturation, la ligne de démarcation est insaisissable.

» Si la maturation des fruits sucrés est un commencement d'altération, et en ce point M. Fremy est d'accord avec moi, il n'est pas étonnant que les fruits observés à cette époque modifient l'air qui les environne et transforment son oxygène en acide carbonique. Il y a longtemps que M. Gay-Lussac a prouvé qu'il suffirait d'une très-petite quantité d'air pour déterminer l'altération ou la fermentation des sucs sucrés. On sait aussi que l'air des fruiteries closes se charge d'acide carbonique.

» Ayant pour but, dans cette Note, de présenter seulement quelques observations sur les différences qui existent entre les conclusions de mes expériences et celles auxquelles est arrivé M. Fremy, je ne dirai rien des moyens que ce chimiste croit avoir le premier employés pour soustraire les fruits à l'influence de l'air pendant la végétation. Je ferai remarquer, à cette occasion,

qu'au moyen de la galvanoplastie et dans le but de les conserver, des fruits ont été couverts par moi d'une couche assez épaisse de cuivre, et qu'ainsi que je l'avais prévu, cet enduit métallique, pas plus que les autres, n'a pu empêcher leur altération. Je ne relèverai pas non plus ce que peut présenter d'incertain, le moyen que M. Fremy a employé pour déterminer la nature des gaz qui se trouvent dans les fruits. Mais je mettrai en évidence ce qu'a d'incomplet et de peu concluant l'expérience que ce chimiste oppose à ma théorie sur la production du principe sucré dans la maturation.

« D'après M. Couverchel, dit-il, le sucre des fruits se formerait par l'action des acides organiques sur la gomme, la dextrine ou l'amidon qui se trouvent dans les fruits.

» D'autres chimistes ont admis que c'est le ligneux des fruits qui se transforme en sucre; je dois dire qu'il m'a été impossible d'obtenir du sucre en faisant bouillir pendant longtemps le ligneux contenu dans le péricarpe des fruits avec des acides concentrés.

» Pour apprécier le rôle que jouent les acides dans la maturation et l'influence qu'ils exercent sur la production du sucre, j'ai essayé de saturer, par une dissolution alcaline pendant la végétation, l'acide que contient un fruit, et de l'analyser ensuite au moment de la maturation.

» J'ai arrosé un prunier chargé de fruits verts, avec une dissolution très-faible de carbonate de soude, au moment où le sucre commençait à se former; l'arbre a pu supporter, pendant un certain temps, l'action d'une liqueur alcaline; *les feuilles seules ont changé de couleur.*

» *Les prunes se sont bientôt détachées de l'arbre;* elles présentaient l'apparence de la maturité; elles étaient *odorantes* et *colorées*, et les cellules du péricarpe, examinées au microscope, se sont trouvées molles et transparentes, comme dans une maturation normale; *mais les prunes étaient dépourvues de toute saveur sucrée;* il était évident que la production du sucre avait été suspendue. »

» A ces faits, j'opposerai que le développement du principe sucré étant le complément de la maturation des fruits sucrés, il est évident qu'il n'y a pas maturation proprement dite ou réaction entre les principes dans l'expérience de M. Fremy. Il y a eu altération du prunier et de ses fruits, comme elle aurait eu lieu par toute autre cause; et, ce qui le prouve, c'est que, suivant les propres expressions de ce chimiste, *les prunes se sont bientôt détachées de l'arbre.* Jamais un fruit, avant son développement, ne se détache de la plante qui le porte, à moins de secousses violentes ou d'altération. La *coloration* n'est pas un indice certain de maturité : dans

le grand nombre de fruits que j'ai blessés, à dessein, avant leur complet développement, j'ai souvent vu la coloration se produire, sans qu'il y eût maturation. Quant à l'*odeur*, je doute qu'elle fût bien prononcée, et qu'elle offrît la suavité qui distingue les prunes dont le développement et la maturité ont été complets.

» Pour rendre l'observation décisive, il eût fallu suivre les traces de cette séve alcaline et en constater la présence dans certaines parties de la plante, et notamment dans le péricarpe. L'auteur dit bien qu'*il n'était pas sucré*, mais il ne dit pas s'il était acide, alcalin ou neutre.

» Avant de conclure de mes nombreuses expériences analytiques, que le principe sucré dans la maturation résultait de la réaction des acides sur la gélatine, la gomme ou la dextrine, réaction que favorise si puissamment la chaleur, j'avais, par une sorte d'expérience synthétique, cherché à amoindrir, à annihiler cette action, en arrosant surabondamment un cep de vigne placé à l'ombre. J'étais persuadé, en agissant ainsi, que j'obtiendrais un résultat semblable à celui qui se produit sous l'influence d'une saison pluvieuse et froide. Mon attente n'a pas été trompée; le raisin n'a pas mûri. Je me serais bien gardé, pour obtenir ce résultat, de procéder comme l'a fait M. Fremy; j'aurais craint, en faisant circuler dans des vaisseaux non appropriés, en mettant en contact avec les organes une séve acide ou alcaline, d'altérer l'arbre, comme cela a eu lieu dans l'expérience qu'il rapporte, et comme en témoigne la coloration anormale des feuilles. Ce chimiste reconnaît d'ailleurs cette altération, lorsqu'il dit :

« Je n'essayerai pas de présenter une théorie sur la production du sucre » dans les fruits, *car la disparition du sucre dans l'expérience précédente* » *peut être attribuée à l'état de maladie dans lequel est arrivé l'arbre,* » *sous l'influence de liqueurs alcalines*. Je me contente de constater un fait » important; c'est qu'on arrête la formation du sucre dans les fruits, en » arrosant un arbre avec des dissolutions alcalines. Cette expérience fait » entrevoir, en outre, la possibilité d'opérer des réactions chimiques dans » l'intérieur des végétaux, sans détruire leur organisation. »

» Bien que la conséquence que l'auteur du Mémoire tire de cette expérience soit de nature à confirmer la théorie que j'ai émise, puisque *là où l'on empêche par saturation la réaction de l'acide, il n'y a pas de sucre formé*, je ne partage pas l'espoir qu'il conçoit; je trouve, au contraire, dans l'alcalinité de la séve du prunier (si toutefois cette alcalinité s'est conservée après que la solution a traversé le sol), une nouvelle preuve de la répulsion des organes pour des substances non neutres ou même autres que celles qu'ils

sont destinés à élaborer; l'alcalinité a dû être bien faible, si l'arbre résiste, et s'il peut être soumis à une nouvelle expérience.

» En résumé, je ne pense pas que les expériences rapportées soient de nature à renverser une théorie qui a paru assez plausible pour être professée par les savants les plus distingués; qu'un savant voyageur, M. de Humboldt, a confirmée et analysée en ces termes : « C'est quand la vitalité des organes » commence à cesser, que les agents extérieurs perfectionnent et dévelop- » pent ce que la vitalité avait préparé. C'est la maturation du fruit, aussi, » qui nous révèle cette action particulière de la lumière directe et le déve- » loppement de la chaleur dans le tissu; elle signale la différence entre la » lumière directe et la lumière diffuse, et pour une même indication de nos » thermomètres exposés à l'air, le fruit mûrit et ne mûrit pas *cœlo sudo* ou » *cœlo nubilo*. La météorologie du littoral brumeux se distingue par là de la » météorologie de l'intérieur des continents. »

» Quoi qu'il en soit, ma théorie, je m'empresse de le reconnaître, est susceptible d'une démonstration chimique encore plus complète, et les travaux qu'annonce M. Fremy y concourront bien certainement. »

CHIMIE. — *Examen de certaines parties d'un squelette humain annoncé comme fossile.* (Lettre de M. LASSAIGNE.)

« Dans ces derniers temps, il a été question d'un squelette humain découvert dans les carrières de plâtre, à Pantin. Diverses conjectures ont été avancées sur son origine. Il résulte évidemment de son inspection et des couches de terrain qui l'environnaient, que ce squelette n'est point à l'état de fossile, mais d'une date peu ancienne.

» Quelques ossements m'ayant été remis par M. Paintendre, propriétaire de ces carrières, je les ai soumis à l'analyse chimique, et j'ai pu les comparer à d'autres ossements provenant d'individus inhumés dans le même terrain, à une distance peu éloignée de l'endroit où ce dernier squelette a été rencontré.

» Ces résultats pouvant servir à jeter quelque lumière sur cette question, j'ai pris la liberté de les adresser à l'Académie.

Os du squelette trouvé dans la carrière de plâtre, à Pantin.		Os des cadavres inhumés en 1814, après la bataille livrée sous les murs de Paris, et trouvés à Pantin.	
Humidité	20,0		20,0
Matière organique	11,0		15,0
Sous-phosphate de chaux	45,1		40,5
Carbonate de chaux	21,6		15,8
Sulfate de chaux	2,3		0,5
Traces d'oxyde de fer	0,0	Argile sableuse	8,2
	100,0		100,0

» Les ossements recueillis dans ces deux circonstances ont à peu près le même aspect physique; les premiers sont un peu plus friables. Calcinés séparément en vases clos, ils se carbonisent en émettant une assez grande quantité d'huile empyreumatique ammoniacale.

» Mis en contact pendant vingt-quatre heures avec de l'acide chlorhydrique étendu de vingt fois son poids d'eau, ils se ramollissent et laissent un *tissu spongieux flexible*, qui conserve la forme exacte de l'os d'où il provient.

» Les os du squelette découvert récemment renferment donc encore un tiers de la proportion de tissus fibro-cartilagineux qui existe dans les os humains frais, et les seconds ossements en contiennent encore une moitié, après une inhumation de trente années dans un terrain marneux. »

CHIMIE. — *Nouvelles expériences sur l'action des composés ferrugineux solubles, appliqués à la végétation, et spécialement au traitement de la chlorose et de la débilité des plantes; par* M. **Eusèbe Gris**.

L'auteur croit pouvoir conclure des expériences auxquelles il s'est livré:

« 1°. Que les ferrugineux solubles, absorbés soit par les spongioles radicellaires de la plante, soit par les pores épidermiques de ses feuilles, stimulent, révivifient la chromule, comme ils révivifient l'hématosine du sang;

» 2°. Que ces composés raniment, fortifient la plante languissante et débile, comme l'animal languissant et débile;

» 3°. Que l'action du fer est très-probablement identique dans les deux règnes organiques;

» 4°. Que l'animation de la chromule sous l'influence des ferrugineux absorbés par les pores de la feuille prouve, avec la dernière évidence, que

l'action de ces composés est *spéciale*, c'est-à-dire tout à fait indépendante du sol, comme on l'admet encore aujourd'hui sur la foi de Davy et d'autres savants;

» 5°. Que les stimulants salins conseillés en agriculture (sans contester leur utile influence sur la plante normale) sont impuissants pour produire sur la plante languissante et chlorosée, les effets produits *spécifiquement* par les ferrugineux;

» 6°. Que les ferrugineux stimulent très-avantageusement la végétation de la plante à l'état normal (1); que cependant leur facile décomposition sous l'influence de l'air demande, surtout pour leur application à la grande culture, quelques précautions et des conditions particulières auxquelles il sera, du reste, facile de se soumettre.

» Pourrait-on nier les conséquences qui doivent découler de l'établissement de ces faits en physiologie et en applications pratiques? »

M. **Cagniard-Latour** se fait connaître comme auteur d'un Mémoire adressé pour le Concours au prix concernant la production de la voix, et annonce l'intention de reprendre ce travail.

M. **Poiseuille** adresse comme renseignements pour la Commission de Physiologie expérimentale, la copie d'une Note relative à un point en litige entre lui et M. *Dubois, d'Amiens*, sur la théorie de la circulation capillaire.

M. **Mortera** adresse un Mémoire sur une invention pour laquelle il annonce l'intention de prendre un brevet à l'étranger. Comme il se pourrait que la publicité donnée à cette invention par le Rapport que sollicite l'auteur lui ôtât les droits à un brevet, le Mémoire sera remis sous pli cacheté et conservé à titre de dépôt jusqu'à ce que l'auteur, suffisamment informé, fasse connaître ses intentions.

M. **Sala** demande l'autorisation de reprendre un Mémoire qu'il avait pré-

(1) Aucun sel n'est peut-être à un aussi bas prix que le vitriol vert. M. Godin, trésorier du Comité agricole, s'en est procuré 500 kilogrammes à raison de 7 fr. les 100 kilogrammes, pris à Reims.

cédemment adressé pour un Concours, et qui n'a point été mentionné dans le Rapport de la Commission. L'auteur est autorisé à reprendre ce Mémoire, qui est relatif à un nouveau *vocabulaire télégraphique*.

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets cachetés présentés, l'un par MM. **Martin Magron** et **Brown**, l'autre par M. **Conté de Levignac.**

La séance est levée à 5 heures. **F.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2ᵉ semestre 1844; n° 20; in-4°.

Nouvelles suites à Buffon. — Erpétologie générale, ou Histoire naturelle complète des Reptiles; par MM. DUMÉRIL *et* BIBRON; tome VI; in-8°, avec planches in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; 15-30 novembre 1844; in-8°.

Recherches statistiques sur la ville de Paris et le département de la Seine. — Recueil de Tableaux dressés et réunis d'après les ordres de M. le comte de RAMBUTEAU; tome V; in-4°.

Voyage dans l'Amérique méridionale pendant les années 1826-1833; *par* M. D'ORBIGNY; livr. 54 à 75; in-4°.

Paléontologie française. — Description zoologique et géologique de tous les Animaux mollusques et rayonnés fossiles de France; par M. D'ORBIGNY : *Terrains crétacés;* livr. 75 à 88; in-8°.

Paléontologie française. — Description zoologique et géologique de tous les Animaux mollusques et rayonnés fossiles de France; par M. D'ORBIGNY : *Terrains jurassiques;* livr. 19 à 26; in-8°.

Traité de Médecine pratique et de Pathologie iatrique ou médicale; par M. PIORRY; tome V; in-8°.

Anatomie microscopique; par M. MANDL. — 1ʳᵉ série : *Tissus et Organes;* 10ᵉ livr. : *Épiderme et Épithélium;* 11ᵉ livr. : *Glandes;* in-fol.

Des lois de la Vie organique, ou raison des phénomènes par lesquels elle se manifeste; par M. ROGIER, tome Iᵉʳ : *Principes et phénomènes de la Nutrition;* 1 vol. in-12.

Thèse pour le doctorat en Médecine, présentée et soutenue à la Faculté de Médecine de Paris. — Recherches expérimentales et considérations sur quelques principes de la Toxicologie; par M. CHATIN; 1844; in-4°.

Anatomie comparée végétale, appliquée à la classification. — Traduction de l'organisation intérieure ou des parties cachées des végétaux par elles placées à leur surface; Thèse présentée à l'École de Pharmacie de Paris, le 3 *novembre* 1840; par le même; in-4°.

Quelques considérations sur les théories de l'accroissement par couches concentriques des Arbres munis d'une véritable écorce. Thèse par le même; in-8°.

De la Métrorrhagie interne dans les derniers mois de la grossesse; par M. LOIR aîné, broch. in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; tome V, 55e livr.; in-8°.

Types de chaque famille et des principaux genres des Plantes croissant spontanément en France; exposition détaillée et complète de leurs caractères et de l'Embryologie; par M. PLÉE; 13e livr.; in-4°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; octobre 1844; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; novembre 1844; in-8°.

24e *Autographie. — Essais sur la direction des Ballons, d'après les principes du bateau plongeur de notre Mécanique militaire publiée en* 1815; *par* M. LEGRIS; ½ feuille in-8°.

Société royale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille. — Programme des Prix proposés pour 1845; 1 feuille in-fol.

Bibliothèque universelle de Genève; septembre 1844; in-8°.

Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève. — Archives de l'Électricité; par M. DE LA RIVE; n° 15, tome IV; in-8°.

Recherches sur l'Embryogénie des Tubulaires; par M. VAN BENEDEN, avec 6 planches. Bruxelles, in-4°.

Mémoire sur les Campanulaires de la côte d'Ostende, considérés sous le rapport physiologique, embryogénique et zoologique; par le même; in-4°.

Astronomical... *Observations astronomiques faites à l'observatoire Radcliffe d'Oxford en* 1842. Oxford, 1844; in-8°.

Boston journal... *Journal d'Histoire naturelle de Boston;* vol. IV, n° 3. Boston, 1843; in-8°.

An effort... *Effort pour réfuter les arguments avancés en faveur de l'existence, dans les Sels amphides, de radicaux ayant, comme le cyanogène, plus d'un élément; par* M. R. HARE. Philadelphie, 1842; in-8°.

Catalogo... *Catalogue des Mollusques de la Lombardie; par* MM. A. *et* J.-B. VILLA. Milan, 1844; in-8°.

Catalogo... *Catalogue des Coléoptères de la Lombardie; par* les mêmes; in-8°.

Sulla costituzione... *Sur la constitution géologique et géognostique de la Brianza, et particulièrement sur les terrains crétacés; par* les mêmes; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 519; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 46; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 132 à 134; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 36 et 37.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 NOVEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un nouveau genre de développement des fonctions, qui permettra d'abréger notablement les calculs astronomiques; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« On sait quels services ont rendus à la science du calcul la série de Taylor et la série de Lagrange. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui aux géomètres une nouvelle série qui me semble pouvoir elle-même contribuer aux progrès de l'analyse. Je vais essayer d'en donner ici une idée en peu de mots, et indiquer de quelle manière j'ai été conduit à la formule générale qui est l'objet du présent Mémoire.

» On connaît le développement de la fonction perturbatrice, relative au système de deux planètes, en une série ordonnée suivant les puissances entières de l'exponentielle trigonométrique qui a pour argument leur distance apparente vue du centre du soleil. On sait d'ailleurs que, dans ce développement, le coefficient d'un terme d'un rang très-élevé peut être représenté approximativement par une expression très-simple, et rigoureusement par une série dont cette expression est le premier terme. J'ai reconnu que l'expression dont il s'agit est comprise, comme cas très-particulier, dans une

formule qui offre aussi le premier terme d'une série générale, dont l'usage paraît devoir rendre plus facile la solution d'un grand nombre de problèmes.

» Concevons, par exemple, qu'il s'agisse de développer une fonction en une série ordonnée suivant les puissances entières d'une certaine exponentielle trigonométrique, et de calculer le coefficient d'une puissance d'un degré très-élevé. Je prouve qu'il sera généralement très-facile d'obtenir une valeur approchée ou même exacte de ce coefficient, si la fonction a été décomposée en deux facteurs, dont un seul fournisse pour les termes de ce degré ou d'un degré plus élevé des valeurs sensibles. Or, ce cas est précisément celui qui se rencontre en astronomie; et, par suite, aux formules que j'ai déjà données pour la détermination des mouvements planétaires, il me paraît très-utile de joindre encore celles que renferme le Mémoire ci-annexé.

» Au reste, la nouvelle formule générale peut être appliquée à la détermination d'un terme quelconque d'une fonction quelconque, décomposée en deux facteurs.

» Ce qui paraît digne d'attention, c'est que la série générale, à laquelle je suis parvenu, est une *série simple* dont les divers termes sont proportionnels, non plus, comme dans la série de Taylor, aux dérivées successives d'une même fonction, ni, comme dans la série de Lagrange, aux dérivées des puissances entières d'une fonction donnée, mais à diverses fonctions dont chacune est le produit de la variable par la dérivée de la fonction précédente. Quant aux coefficients numériques, ils offrent des valeurs qui dépendent du rang du terme que l'on considère, et du premier des deux facteurs de la fonction donnée.

» Dans de prochains Mémoires, je donnerai des applications numériques de mes nouvelles formules à la théorie des mouvements des planètes et des comètes elles-mêmes.

Analyse.

§ Ier. — *Recherche et démonstration de la nouvelle formule.*

» Nommons $\mathrm{F}(x)$ une fonction donnée de la variable x; et concevons que le développement de cette fonction en série ordonnée suivant les puissances entières positives, nulle et négatives de x, soit, pour des valeurs de x comprises entre certaines limites, celui que détermine la formule

$$(1)\quad \mathrm{F}(x) = A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + \ldots + A_{-1} x^{-1} + A_{-2} x^{-2} + \ldots.$$

En d'autres termes, concevons que, pour des valeurs entières positives ou

négatives de n, le coefficient x^n, dans le développement dont il s'agit, soit représenté par $\mathcal{A}_n$. Supposons d'ailleurs la fonction $\mathrm{F}(x)$ décomposée en deux facteurs; représentons l'un de ces facteurs par $\mathrm{f}(x)$, l'autre par $\varphi(\theta x)$, θ désignant une constante qui pourra se réduire à l'unité, en sorte qu'on ait

$$\mathrm{F}(x) = \varphi(\theta x)\,\mathrm{f}(x); \tag{2}$$

et posons encore

$$\mathrm{f}(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_{-1} x + a_{-2} x^{-2} + \ldots, \tag{3}$$

$$\varphi(x) = \mathrm{k}_0 + \mathrm{k}_1 x + \mathrm{k}_2 x^2 + \ldots + \mathrm{k}_{-1} x^{-1} + \mathrm{k}_{-2} x^{-2} + \ldots. \tag{4}$$

On tirera de la formule (4), du moins pour des modules de θ qui ne s'écarteront pas de l'unité au delà d'une certaine limite,

$$\varphi(\theta x) = \mathrm{k}_0 + \mathrm{k}_1 \theta x + \mathrm{k}_2 \theta^2 x^2 + \ldots + \mathrm{k}_{-1} \theta^{-1} x^{-1} + \mathrm{k}_{-2} \theta^{-2} x^{-2} + \ldots. \tag{5}$$

Or, si l'on substitue, dans la formule (2), les valeurs de

$$\mathrm{F}(x), \quad \mathrm{f}(x), \quad \varphi(\theta x),$$

tirées des formules (1), (3), (5), les coefficients des puissances semblables de x, dans les deux membres, devront être égaux entre eux; et par suite on aura

$$\mathcal{A}_n = a_0 \mathrm{k}_n \theta^n + a_1 \mathrm{k}_{n-1} \theta^{n-1} + \ldots + a_{-1} \mathrm{k}_{n+1} \theta^{n+1} + \ldots. \tag{6}$$

Ajoutons que, dans cette dernière formule,

$$\mathcal{A}_n, \quad a_n \quad \text{et} \quad \mathrm{k}_n$$

pourront être considérés comme des fonctions de n, dont les valeurs seront exprimées par des intégrales définies connues. On aura, par exemple,

$$\mathcal{A}_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{-np\sqrt{-1}}\, \mathrm{F}\left(e^{p\sqrt{-1}}\right) dp, \tag{7}$$

$$\mathrm{k}_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{-np\sqrt{-1}}\, \varphi\left(e^{p\sqrt{-1}}\right) dp. \tag{8}$$

Si, dans l'équation (8), on remplace n par $n+m$, on en conclura

$$(9)\qquad \mathrm{k}_{n+m} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} e^{-mp\sqrt{-1}}\, e^{-np\sqrt{-1}}\, \varphi\left(e^{p\sqrt{-1}}\right) dp.$$

D'ailleurs, l'expression $e^{-mp\sqrt{-1}}$ sera, pour toutes les valeurs de p, développable en une série convergente; et si l'on substitue le développement de cette expression, savoir,

$$e^{-mp\sqrt{-1}} = 1 + m(-p\sqrt{-1}) + \frac{m^2}{1.2}(-p\sqrt{-1})^2 + \ldots,$$

dans le second membre de l'équation (9), on en tirera

$$(10)\qquad \mathrm{k}_{n+m} = \mathrm{k}_n + m\,\mathrm{k}_{n,1} + m^2\,\mathrm{k}_{n,2} + \ldots,$$

la valeur de $\mathrm{k}_{n,m}$ étant généralement déterminée par la formule

$$(11)\qquad \mathrm{k}_{n,m} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \frac{(-p\sqrt{-1})^m}{1.2\ldots m}\, e^{-np\sqrt{-1}}\, \varphi\left(e^{p\sqrt{-1}}\right) dp,$$

que l'on peut réduire à

$$(12)\qquad \mathrm{k}_{n,m} = \frac{\mathrm{D}_n^m\,\mathrm{k}_n}{1.2.3\ldots m}.$$

Cela posé, la valeur de k_{n+m} fournie par l'équation (10) se réduira simplement à la suivante :

$$(13)\qquad \mathrm{k}_{n+m} = \mathrm{k}_n + \frac{m}{1}\mathrm{D}_n\,\mathrm{k}_n + \frac{m^2}{1.2}\mathrm{D}^2\,\mathrm{k}_n + \ldots,$$

c'est-à-dire à celle que donne la formule de Taylor.

» Observons maintenant que la formule (3) peut s'écrire comme il suit :

$$(14)\qquad \mathrm{f}(x) = \Sigma\, a_m\, x^m,$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières, positives, nulle et négatives de m. Sous la même condition, l'équation (6) peut être réduite à

$$(15)\qquad A_n = \Sigma a_m \mathrm{k}_{n-m} \theta^{n-m};$$

et de cette dernière formule, combinée avec l'équation (10), qui continue de

subsister quand on y remplace m par $-m$, on tire immédiatement

$$(16)\qquad A_m = \theta^n (\mathrm{k}_n \Sigma a_m \theta^{-m} - \mathrm{k}_{n,1} \Sigma m a_m \theta^{-m} + \mathrm{k}_{n,2} \Sigma m^2 a_m \theta^{-m} - \ldots).$$

Donc, si l'on pose, pour abréger,

$$(17)\qquad \mathrm{f}_1(x) = \Sigma m a_m x^m, \quad \mathrm{f}_2(x) = \Sigma m^2 a_m x^m, \ldots,$$

et si d'ailleurs on a égard à la formule (14), on trouvera définitivement

$$(18)\qquad A_n = \theta^n [\mathrm{k}_n \mathrm{f}(\theta^{-1}) - \mathrm{k}_{n,1} \mathrm{f}_1(\theta^{-1}) + \mathrm{k}_{n,2} \mathrm{f}_2(\theta^{-1}) - \ldots],$$

ou, ce qui revient au même, en vertu de l'équation (22),

$$(19)\qquad A_n = \theta^n \left[\mathrm{k}_n \mathrm{f}(\theta^{-1}) - \frac{\mathrm{D}_n \mathrm{k}_n}{1} \mathrm{f}_1(\theta^{-1}) + \frac{\mathrm{D}_n^2 \mathrm{k}_n}{1.2} \mathrm{f}_2(\theta^{-1}) - \ldots\right].$$

Telle est la formule très-simple et très-générale par laquelle on peut tirer de k_n, considéré comme fonction de n, la valeur de A_n. Il est d'ailleurs important d'observer que, dans cette même formule, les diverses fonctions $\mathrm{f}_1(x)$, $\mathrm{f}_2(x), \ldots$ peuvent aisément se déduire les unes des autres et de la fonction donnée $\mathrm{f}(x)$. En effet, comme on tire de l'équation (14)

$$\mathrm{D}_x \mathrm{f}(x) = \Sigma m a_m x^{m-1},$$

la première des formules (17) donnera évidemment

$$(20)\qquad \mathrm{f}_1(x) = x \mathrm{D}_x \mathrm{f}(x),$$

et l'on trouvera de même

$$(21)\qquad \begin{cases} \mathrm{f}_2(x) = x \mathrm{D}_x \mathrm{f}_1(x), \\ \mathrm{f}_3(x) = x \mathrm{D}_x \mathrm{f}_2(x), \\ \text{etc.} \end{cases}$$

Ainsi, la suite

$$\mathrm{f}(x), \quad \mathrm{f}_1(x), \quad \mathrm{f}_2(x), \ldots$$

est composée de fonctions dont chacune est le produit auquel on parvient quand, après avoir différentié, par rapport à la variable x, la fonction précédente, on multiplie la dérivée ainsi obtenue par cette variable même.

§ II. — *Applications diverses de la nouvelle formule.*

» Continuons de nous servir des notations employées dans le premier pa-

ragraphe; et, pour montrer une application de la nouvelle formule, supposons

$$(1)\qquad \varphi(x) = (1 - x)^{-s},$$

s désignant une constante réelle ou imaginaire. En développant $\varphi(x)$ en série ordonnée suivant les puissances entières de x, et posant, pour abréger,

$$(2)\qquad [s]_n = \frac{s(s+1)\ldots(s+n-1)}{1.2\ldots n},$$

ou, ce qui revient au même,

$$(3)\qquad [s]_n = \frac{\Gamma(n+s)}{\Gamma(n+1)\Gamma(s)},$$

on reconnaîtra que le coefficient de x^n se réduit, pour une valeur négative de x, à zéro, et pour une valeur nulle ou positive de x, à $[s]_n$. Donc, en nommant k_n ce coefficient, on aura

$$(4)\qquad \begin{cases} k_n = 0 \quad \text{pour } n < 0, \text{ et} \\ k_n = \dfrac{\Gamma(n+s)}{\Gamma(n+1)\Gamma(s)} \quad \text{pour } n = \text{ ou } > 0. \end{cases}$$

Par suite, la valeur générale de k_n, et celle que l'on devra substituer dans le second membre de la nouvelle formule, sera

$$(5)\qquad k_n = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_0^{\infty} e^{\alpha(n-\mu)\sqrt{-1}} \frac{\Gamma(\mu+s)}{\Gamma(s)\Gamma(\mu+1)} d\mu\, d\alpha.$$

On commettrait le plus souvent une erreur si, à la place de la formule (5), on employait pour une valeur quelconque de n, la seconde des formules (4). Toutefois cette erreur peut devenir insensible, ou même rigoureusement nulle, dans certains cas qu'il importe d'examiner.

» Supposons d'abord que le développement de $f(x)$ renferme seulement les puissances négatives de x, et que l'on cherche la valeur de A_n correspondante à une valeur positive de n; alors, les coefficients $a_1, a_2, \ldots$ étant réduits à zéro, l'équation (6) du § Ier se réduira simplement à la suivante :

$$A_n = a_0 k_n \theta^n + a_{-1} k_{n+1} \theta^{n+1} + a_{-2} k_{n+2} \theta^{n+2} + \ldots,$$

dans laquelle les coefficients

$$k_n,\ k_{n+1},\ k_{n+2}, \ldots$$

se détermineront tous à l'aide de la seconde des formules (4). Donc alors on pourra, dans le second membre de la formule (20) du § I[er], supposer généralement

$$\mathrm{k}_n = \frac{\Gamma(n+s)}{\Gamma(n+1)\,\Gamma(s)}. \tag{6}$$

Cela posé, il sera facile d'obtenir successivement les valeurs de

$$\mathrm{D}_n \mathrm{k}_n, \quad \mathrm{D}_n^2 \mathrm{k}_n, \ldots,$$

et d'abord on conclura de l'équation (6),

$$\mathrm{l}\mathrm{k}_n = \mathrm{l}\Gamma(n+s) - \mathrm{l}\Gamma(n+1) - \mathrm{l}\Gamma(s). \tag{7}$$

D'autre part, on a généralement, pour des valeurs positives de la variable x,

$$\mathrm{D}_x \mathrm{l}\Gamma(x) = -0{,}57721566\ldots + \int_0^1 \frac{1 - t^{x-1}}{1-t}\,dt.$$

Donc, en supposant n et $n+s$ positifs, et faisant, pour abréger, non-seulement

$$\mathcal{K} = \int_0^1 \frac{1 - t^{s-1}}{1-t}\, t^n\, dt, \tag{8}$$

mais encore

$$\mathcal{K}_m = \mathrm{D}_n^m \mathcal{K}, \tag{9}$$

ou, ce qui revient au même,

$$\mathcal{K}_m = \int_0^1 \frac{1 - t^{s-1}}{1-t}\, t^n (\mathrm{l}t)^m\, dt, \tag{10}$$

on tirera successivement de la formule (7),

$$\left\{ \begin{aligned} &\mathrm{D}_n \mathrm{k}_n = \mathcal{K}\,\mathrm{k}_n, \\ &\mathrm{D}_n^2 \mathrm{k}_n = (\mathcal{K}^2 + \mathcal{K}_1)\,\mathrm{k}_n, \\ &\text{etc.}\ldots \end{aligned} \right. \tag{11}$$

D'ailleurs, on pourra facilement calculer les valeurs de $\mathcal{K}$ et de $\mathcal{K}_m$; car, en développant $\frac{1}{1-t}$ en série, on tire des formules (8), (9),

$$(12)\quad \left\{\begin{aligned} \mathfrak{N} &= \left(\frac{1}{n+1}-\frac{1}{n+s}\right)+\left(\frac{1}{n+2}-\frac{1}{n+s+1}\right)+\ldots \\ &= (s-1)\left[\frac{1}{(n+1)(n+s)}+\frac{1}{(n+2)(n+s+1)}+\ldots\right], \end{aligned}\right.$$

et

$$(13)\quad \mathfrak{N}_m = (-1)^m\, 1.2\ldots m\left\{\left[\frac{1}{(n+1)^m}-\frac{1}{(n+s)^m}\right]+\ldots\right\}.$$

Ajoutons que, pour obtenir la valeur de $\mathfrak{N}_m$ exprimée à l'aide d'une série très-convergente, lorsque n est un très-grand nombre, il suffit d'appliquer l'intégration par parties au développement de l'intégrale

$$\int_0^1 \frac{1-t^{s-1}}{1-t}\, t^n (\mathrm{l}t)^m\, dt,$$

en faisant porter les différentiations successives sur le seul facteur $\frac{1-t^{s-1}}{1-t}$. On trouvera ainsi

$$(14)\quad \mathfrak{N} = \frac{s-1}{n+1}-\frac{1}{1.2}\frac{(s-1)(s-2)}{(n+1)(n+2)}+\frac{2}{1.2.3}\frac{(s-1)(s-2)(s-3)}{(n+1)(n+2)(n+3)} - \text{etc.};$$

puis on en conclura

$$(15)\quad \mathfrak{N}_1 = -\frac{s-1}{n+1}\frac{1}{n+1}-\frac{1}{1.2}\frac{(s-1)(s-2)}{(n+1)(n+2)}\left(\frac{1}{n+1}+\frac{1}{n+2}\right) - \text{etc.}$$

Donc, si la valeur de n étant très-considérable, le nombre $\frac{1}{n}$ est considéré comme une quantité très-petite du premier ordre, les quantités $\mathfrak{N}$, $\mathfrak{N}_1$, $\mathfrak{N}_2$,... seront elles-mêmes très-petites, la première étant du premier ordre, la seconde du second,..., et $\mathfrak{N}_m$ étant généralement de l'ordre $n+1$.

» Dans le cas particulier où l'on pose $s=1$, les formules (6), (8) donnent

$$\mathrm{k}_n = 1,\quad \mathfrak{N} = 0;$$

et, par suite, l'équation (19) du § Ier se réduit à la formule connue

$$(16)\quad \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \frac{\mathrm{f}(x)}{1-\theta x}\, dx = \mathrm{f}\left(\frac{1}{\theta}\right),$$

qui subsistera effectivement si la fonction $\mathrm{f}(x)$ est développable en série ordonnée suivant les puissances entières, mais négatives de la variable x.

» Si le développement de $f(x)$ renferme non-seulement des puissances négatives, mais encore des puissances positives de x, ou si le nombre n devient négatif, on ne pourra plus, sans erreur, substituer la seconde des formules (4) à la formule (5). Observons toutefois que l'erreur produite par cette substitution deviendra très-petite, si le nombre n, étant positif, devient assez considérable pour que les termes affectés des coefficients $a_n, a_{n+1}, \ldots$ puissent être négligés dans le développement de $f(x)$. Ce nombre n devenant de plus en plus grand, la valeur de A_n, que détermine la formule (19) du § Ier, finira par se réduire sensiblement à celle qu'on obtient lorsque la série comprise dans le second membre est réduite à son premier terme. Donc, pour de très-grandes valeurs de n, cette formule, jointe à l'équation (7) du même paragraphe, donnera sensiblement

$$(17) \qquad A_n = \mathrm{k}_n \theta^n f(\theta^{-1}),$$

ou, ce qui revient au même, dans le cas présent,

$$(18) \qquad \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \frac{f(e^{p\sqrt{-1}})}{(1-\theta x)^{-s}} e^{-np\sqrt{-1}}\, dp = [s]_n \theta^n f(\theta^{-1}).$$

Si l'on suppose en particulier $f(x) = \left(1 - \frac{\theta}{x}\right)^{-s}$, on se trouvera immédiatement ramené à une formule connue, et l'équation (18) donnera sensiblement, pour de grandes valeurs de n,

$$(19) \qquad \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \frac{\cos np}{(1-2\theta\cos p+\theta^2)^s} dp = [s]_n \frac{\theta^n}{(1-\theta^2)^s}.$$

Au reste, la formule (17) n'est pas seulement applicable au cas où l'on prend $f(x) = (1-\theta x)^{-s}$: elle fournit généralement la valeur très-approchée de A_n correspondante à de très-grandes valeurs de n, dans une infinité de cas; et pour que cette formule subsiste sans erreur sensible, il suffit d'attribuer à la fonction $\varphi(x)$ une forme telle que, pour de très-grandes valeurs de n, le rapport $\frac{a_{n+1}}{a_n}$ se réduise sensiblement à l'unité. »

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE COMPARÉES. — *Du système nerveux des Mollusques acéphales bivalves ou lamellibranches; par* M. **Duvernoy**.

TROISIÈME PARTIE.

Description générale. Structure intime.

« Ce Mémoire est divisé en trois parties :

» La première est historique ; la seconde comprend vingt Monographies ; la troisième est une description générale, résumée de ces observations particulières. Nous ne donnerons ici que cette dernière partie.

» § I. — Le système nerveux des *Mollusques acéphales bivalves* ou *lamellibranches* peut se diviser, comme celui de tout autre animal, en parties centrales et en parties périphériques.

» § II. — Les parties centrales se composent généralement de trois paires de ganglions et des cordons nerveux qui les réunissent, pour constituer deux colliers ou deux anneaux, un grand et un petit.

» § III. — Les trois paires de ganglions de ce système central ont toujours la même position relative entre eux, et le plus souvent avec les autres parties de l'organisme.

» § IV. — L'une est antérieure et située le plus souvent de chaque côté de la bouche, près des palpes labiaux, ou même à leur base ou un peu plus en arrière. Les ganglions qui la forment sont toujours séparés, plutôt distants que rapprochés. Un cordon de commissure les réunit et passe au devant de l'orifice buccal, plus rarement en arrière de cet orifice.

» § V. — La seconde paire de ganglions est située dans les parois abdominales, et n'existe que lorsque ces parois musculeuses se séparent des viscères pour former un pied distinct. Cette paire est toujours située dans un plan inférieur aux deux autres. Elle peut être remplacée par un seul ganglion (l'*Onguline*).

» Quand il y en a deux, et c'est le cas le plus fréquent, ils sont toujours rapprochés, se touchent au moins, se soudent souvent plus ou moins entre eux.

» § VI. — La troisième paire est la postérieure. Elle est en même temps supérieure, puisqu'elle est constamment placée contre la face inférieure et antérieure du muscle adducteur de ce côté, quand il y a deux adducteurs, ou du seul muscle adducteur qui existe chez les Monomyaires.

» Les ganglions de cette troisième partie sont le plus généralement rapprochés et plus ou moins soudés ensemble ; rarement les deux ganglions sont-

ils distants, comme dans la *Moule commune* et le *Lithodome caudigère.* Ainsi que les ganglions moyens, ils peuvent être confondus en un seul.

» § VII. — Les ganglions antérieurs et leur cordon de commissure forment, avec les ganglions postérieurs, au moyen du cordon nerveux qui réunit le ganglion antérieur avec le ganglion postérieur du même côté, un grand anneau, entourant, comme une ceinture, le haut de la masse viscérale abdominale, dans laquelle il est plus ou moins enfoncé.

» § VIII. — Les mêmes ganglions antérieurs forment, avec les ganglions pédieux, un petit anneau ou un *petit collier,* au moyen de deux cordons qui réunissent les deux ganglions du même côté.

» Ce collier a d'autant plus d'ampleur, que le pied est lui-même plus volumineux. Il existe, ainsi que les ganglions pédieux, ou le ganglion unique de ce nom, chez tous les bivalves qui ont un pied, qu'ils soient monomyaires (les Peignes) ou dimyaires, ou trimyaires (l'Anomie).

» § IX. — Les bivalves qui n'ont pas de pied, n'ont que le grand collier.

» Dans ce cas, les nerfs viscéraux qui appartiennent aux ganglions pédieux, quand ils existent, sont produits par les ganglions labiaux ou antérieurs.

» § X. — Lorsqu'il n'y a qu'un grand collier, les ganglions postérieurs forment la partie centrale du système, la plus importante par son volume et par le nombre des filets nerveux qui en sortent (l'Huître, le *Tridacna gigas?*).

» § XI. — Les parties périphériques du système nerveux des bivalves proviennent généralement des trois paires de ganglions, lorsque le système nerveux a son plus haut degré de composition.

» § XII. — Les cordons qui forment le grand et le petit collier ne produisent aucun filet nerveux apparent.

» § XIII. — Le premier nerf que donne le ganglion postérieur, en dehors du cordon du grand collier, est le *nerf branchial,* qui gagne le bord supérieur et adhérent des branchies, soit directement, soit en faisant un coude plus ou moins prolongé en avant, pour prendre ensuite sa direction du côté opposé.

» Ce nerf est constant; il a encore pour caractère, comme les cordons du grand et du petit collier, de ne donner aucune branche dans son trajet, et de ne pas se diviser jusqu'à sa terminaison, vers laquelle il est cependant plus délié qu'à son origine.

» Ce nerf est d'autant plus long que l'adducteur contre lequel il s'applique est plus en avant, et qu'il y a une plus grande portion de branchies en arrrière de son origine.

» § XIV. — Après le nerf branchial, et sur le côté, ces mêmes ganglions

produisent un *nerf palléal latéral,* et, plus en arrière, un *nerf palléal postérieur;* troncs plus ou moins considérables, plus ou moins divisés, dont les branches et les rameaux se distribuent exclusivement au manteau pour le premier; à ce même manteau, aux tubes quand ils existent, au cœur et au rectum, et au muscle adducteur de ce côté, pour le dernier.

» Souvent ces troncs nerveux sont réunis en un seul.

» Dans le Peigne, *le nerf palléal latéral* sort du ganglion sur les côtés et se divise dichotomiquement, de manière à former douze rameaux principaux qui envoient leurs ramuscules aux trois quarts de la circonférence de chaque hémicycle du manteau.

» Dans l'Huître on peut compter jusqu'à trois nerfs qui sortent de toute la circonférence extérieure du ganglion, et se portent en rayonnant, soit en se divisant, soit directement, dans toute la circonférence du manteau.

» § XV. — En avant, les ganglions antérieurs produisent un nerf *palléal antérieur,* qui se distribue au manteau, à l'adducteur antérieur et aux palpes.

» Plusieurs de ces nerfs, au lieu de sortir d'un seul tronc, peuvent avoir leur origine immédiate dans ces ganglions. Tels sont les nerfs qui vont aux palpes.

» Quelquefois un petit filet se rend à la partie antérieure des branchies, et un autre à l'estomac (l'Huître).

» § XVI. — Lorsque les ganglions *pédieux* existent, les nerfs qui en sortent, en nombre variable pour chaque espèce, genre ou famille, de deux au moins, quelquefois de six (les *Unio*), se distribuent particulièrement aux parois musculaires de l'abdomen ou bien au pied. Il est toujours rare et difficile de pouvoir distinguer ceux qui appartiennent aux viscères, à l'ovaire, au foie, au canal intestinal.

» § XVII. — Les nerfs qui se distribuent aux organes moteurs ou sensitifs, ou aux viscères abdominaux, remplissant l'une ou l'autre des fonctions de nutrition ou de génération, ont tous leur origine, ou bien ils aboutissent tous à l'un ou à l'autre des ganglions centraux. Ils vont généralement de ces ganglions aux parties auxquelles ils sont destinés, et s'y terminent.

» § XVIII. — Le système nerveux du Peigne (*Pecten maximus*) fait exception à la règle précédente. Tous les nerfs sensitifs ou moteurs qui appartiennent aux ganglions antérieurs et aux ganglions postérieurs aboutissent, par leurs dernières divisions, dans un ample cordon, complétement annulaire, qui suit le bord du manteau dans tous ses replis. Ce cordon produit ensuite, par son côté interne, une quantité de filets qui vont animer les tentacules ou

les pédicules oculaires qui garnissent ce même bord du manteau. Ce cordon périphérique est comme un ganglion de renforcement et de concentration, qui était sans doute nécessaire pour donner à cette partie, toute la puissance nerveuse dont elle avait besoin, et peut-être l'unité nécessaire d'action ou de sensation. J'ai tout lieu de croire que ce cordon circulaire existe chez tous les Mollusques qui ont le manteau largement ouvert, comme le Peigne, et son bord libre garni d'organes tactiles.

» Nous avons découvert un segment de ce nerf en avant du manteau chez le *Lithodome caudigère*. (Voir notre *Pl. IV*.)

» § XIX. — Un caractère singulier du système nerveux des bivalves est le peu de développement des nerfs viscéraux, et l'extrême difficulté que l'on éprouve pour en reconnaître quelques traces.

» Chez tous les bivalves à double collier, ils ne semblent guère provenir que des ganglions pédieux. Plus rarement en aperçoit-on qui se détachent des ganglions postérieurs.

» La presque totalité des nerfs du système nerveux des bivalves sont des nerfs moteurs ou sensibles. Cette grande proportion des nerfs qui appartiennent aux fonctions du mouvement et aux sensations, relativement aux nerfs qui président à la vie de nutrition ou de propagation, est sans doute générale dans tout le règne animal; mais elle est surtout très-sensible chez les bivalves. Dans cette classe comme dans toutes les autres, se mouvoir et sentir exige une puissance nerveuse beaucoup plus grande que la nutrition et les sécrétions.

» § XX. — Comme on devait s'y attendre, le système nerveux des bivalves montre des différences dans sa composition qui sont en rapport avec l'existence ou la présence de certains organes, ou avec leur degré de développement, leur forme et leur composition, ainsi qu'avec la forme générale du corps.

» § XXI. — La présence ou l'absence d'un pied a entraîné la présence ou l'absence du petit collier et des ganglions ou du ganglion pédieux; et le développement de ces ganglions est en raison directe du développement du pied. Cette circonstance démontre, entre autres, que les nerfs qui sortent des ganglions pédieux sont, pour les principaux, des nerfs moteurs.

» § XXII. — Les ganglions postérieurs sont, en général, les plus importants.

» C'est ce que prouve:

» 1°. Leur *existence constante*, et leur grand développement lorsque les autres parties du système nerveux central sont réduites à l'état rudi-

mentaire (les ganglions labiaux), ou manquent absolument (les ganglions pédieux);

» 2°. Leur concentration en un seul dans beaucoup de cas;

» 3°. Leur rapprochement sur la ligne médiane;

» 4°. Leur plus grand développement chez les Mollusques, qui n'ont qu'un muscle adducteur postérieur contre lequel ils sont toujours placés;

» 5°. L'importance et le nombre des nerfs qui en partent, soit moteurs, soit sensitifs, soit respirateurs;

» 6°. La constance de ces derniers.

» § XXIII. — Le développement des ganglions antérieurs est en raison inverse de celui des ganglions postérieurs. Ils deviennent extrêmement petits chez les Monomyaires (le *Tridacna,* l'Huître, le Peigne).

» Leur développement est en raison de celui de la partie antérieure du manteau, des palpes et du muscle adducteur antérieur qu'ils doivent animer.

» Nous avons évité de les appeler *cérébraux,* afin de ne pas leur donner une importance qui ne nous est pas démontrée.

» Dans le Peigne, le grand développement des ganglions postérieurs et la grande proportion des nerfs moteurs et sensitifs qui en partent, forment de ce ganglion un véritable cerveau plutôt que des ganglions labiaux ou pédieux, qui sont rudimentaires.

» § XXIV. — Le système nerveux des Acéphales bivalves est presque toujours *symétrique* pour la forme de ses parties centrales. Il l'est encore très-généralement pour la forme et la distribution de ses parties périphériques.

» Mais il peut être asymétrique pour la forme ou le développement de ces mêmes parties centrales ou périphériques, lorsque ces organes, auxquels ces dernières se distribuent, sont asymétriques. Cette asymétrie exceptionnelle est bien remarquable dans le système nerveux de l'*Anomia ephippium* (1).

» § XXV. — J'ai retrouvé, dans le système nerveux des bivalves, étudié dans sa structure intime, les cellules que M. Hanovre a signalées dans celui des Gastéropodes.

» Les nerfs montrent des stries parallèles, longitudinales, imterrompues irrégulièrement.

» Le plus généralement, les ganglions sont colorés en jaune de différentes nuances. Cette couleur est due à la partie médullaire; elle s'étend quelquefois aux troncs nerveux.

---

(1) *Voir* notre *Pl. I.*

» Le plus ordinairement ces troncs, ou les filets dans lesquels ils se séparent, sont blancs.

» Dans un exemplaire de Mulette (*Unio pictorum*), j'ai vu les nerfs qui partent de chaque ganglion pédieux, commencer dans ces ganglions par une dilatation vésiculeuse qui se distinguait, comme le nerf, par sa couleur blanche, tandis que le ganglion était jaune.

» C'était comme une portion de cylindre conducteur d'une machine électrique, avec une de ses extrémités dilatée en demi-sphère implantée dans ce ganglion.

» En général, chez les Mollusques bivalves comme chez les animaux inférieurs, les nerfs et les ganglions se composent d'un névrilème peu résistant, formant des tubes ou des capsules qui renferment une partie médullaire presque liquide.

» C'est ce qui a fait prendre le système nerveux des bivalves pour le système lymphatique. C'est cette même circonstance, sans doute, qui fait hésiter, chez quelques animaux inférieurs, sur la détermination de leurs cordons nerveux, qui semblent être tout aussi bien des troncs vasculaires. »

Ce Mémoire est accompagné de 41 figures distribuées dans neuf grandes planches; elles sont relatives au système nerveux des espèces décrites dans les vingt Monographies qui composent la seconde partie de ce travail.

Il a été renvoyé, à la demande de M. Duvernoy, à messieurs les membres de la Section de Zoologie et d'Anatomie.

ZOOLOGIE. — *Recherches zoologiques faites pendant un voyage en Sicile; par* M. MILNE EDWARDS. (Extrait.)

« Les recherches sur la faune maritime de la France, dont j'ai eu à diverses reprises l'honneur d'entretenir l'Académie, ont eu principalement pour objet l'étude de la vie et de ses instruments, chez les animaux inférieurs où tour à tour chacune des fonctions de l'économie tend à se simplifier, et où l'organisation se prête aux combinaisons les plus variées. Pour me livrer à des investigations zoologiques de cet ordre, il ne me suffisait pas des animaux conservés dans l'alcool ou desséchés, que les collecteurs déposent dans nos musées; il me fallait observer la nature vivante, et par conséquent c'est sur les côtes que je pouvais le mieux poursuivre mes travaux, car c'est dans les eaux de la mer seulement qu'on rencontre la plupart des espèces sur lesquels je désirais acquérir des connaissances positives. Les Zoophytes, les Mollusques, les Vers et les Crustacés de la Manche et de notre littoral

atlantique m'ont fourni pendant longtemps ample matière à observations; mais après avoir étudié à diverses reprises les principaux types zoologiques qui se trouvent en abondance dans ces parages, j'ai désiré y comparer les espèces propres à des régions plus chaudes, et, dans cette vue, j'ai fait plusieurs voyages sur les bords de la Méditerranée, en Provence, en Italie et en Algérie, par exemple. Là je rencontrais des animaux dont la structure intérieure et le mécanisme physiologique différaient beaucoup de ce que j'avais vu dans le Nord; mais des obstacles dépendants de circonstances toutes locales, y sont venus accroître les difficultés de la tâche que je m'étais imposée. Effectivement, dans la Manche et même sur nos côtes occidentales, la mer, par son reflux périodique, rend accessibles à l'observateur les retraites où se cachent la plupart des animaux inférieurs dont il me fallait étudier la physiologie; il m'avait donc été facile de m'en procurer en nombre suffisant pour des travaux de ce genre, et je pouvais même les examiner sur place, sans changer en rien leur mode d'existence ordinaire. Dans la Méditerranée, au contraire, l'absence presque complète des marées prive le naturaliste de ce mode d'exploration, et pour se procurer les animaux de cette mer, on a recours à la drague et à d'autres moyens de pêche, à l'aide desquels on ramasse aveuglément ce qu'on peut rencontrer à des profondeurs plus ou moins considérables.

» De là des difficultés très-grandes lorsqu'on veut étudier les phénomènes de la vie chez les animaux inférieurs propres à ces parages, et, en présence de ces obstacles, j'ai souvent eu le désir de descendre dans une cloche à plongeur, afin de pouvoir examiner à loisir les rochers sous-marins habités par les êtres dont je voulais faire l'objet de mes recherches. Mais la cloche à plongeur, à raison de son volume et de son poids, n'est pas d'un usage facile; ce n'est pas sur un petit bateau pêcheur et à l'aide d'un faible équipage qu'on peut la manœuvrer; il m'a fallu donc y renoncer, et j'ai pensé qu'il serait possible d'arriver au même résultat en ayant recours à un appareil analogue à celui qui a été inventé par le colonel Paulin, pour servir dans les cas d'incendie, où il faut pénétrer au milieu d'une fumée épaisse et de vapeurs dont l'action sur les poumons serait promptement mortelle. Je savais d'ailleurs que cet officier distingué avait modifié son appareil dans la vue de l'adapter aux besoins des ouvriers qui ont à travailler sous l'eau, et il m'a semblé que, dans certaines circonstances, le zoologiste pourrait en retirer de grands avantages. Je me suis donc déterminé à tenter ce mode nouveau d'exploration sous-marine, et c'est dans les eaux calmes et transparentes des côtes de la Sicile que j'ai voulu en faire l'expérience, car dans ces mers j'espérais trouver en nom-

bre considérable les animaux dont je désirais étudier la structure et le mode de développement. M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu mettre à ma disposition les embarcations nécessaires pour l'exécution de ce projet, et l'Académie m'a confié un appareil de plongeur construit sous la direction du colonel Paulin.

» Cet appareil consiste dans un réservoir métallique ayant la forme d'un casque, et communiquant, à l'aide d'un long tube flexible, avec une pompe foulante destinée à y pousser sans cesse de nouvelles quantités d'air. Revêtu de ce casque, dont la visière est vitrée et dont le bord inférieur s'adapte sur un coussin placé autour du cou, je m'alourdissais à l'aide de sandales de plomb, afin de faire contre-poids à la masse d'air qu'il me fallait emporter avec moi au fond de l'eau, et me fixant à une corde convenablement disposée, je me laissais descendre dans la mer. L'air injecté dans le tube de communication, au moyen de la pompe, arrivait en abondance jusqu'à moi, et, s'échappant ensuite au dehors par les interstices restés béants entre mon cou et le bord inférieur du casque, servait non-seulement à alimenter ma respiration, mais aussi à empêcher l'eau de s'élever dans l'intérieur de ce réservoir jusqu'au niveau de ma bouche. Enfin, pour remonter il me suffisait de me débarrasser de mes sandales de plomb, qui faisaient contre-poids à la masse d'air emprisonné autour de ma tête; ou bien, sur un signal convenu, de me faire hisser à bord par mes matelots, à l'aide de la corde dont je m'étais précédemment servi pour plonger.

» Pour devenir d'un usage commode, cet appareil aurait besoin de quelques perfectionnements; mais, tel qu'il est, j'ai pu m'en servir utilement dans plusieurs localités. Souvent je suis resté plus d'une demi-heure sous l'eau, occupé à examiner minutieusement les rochers sous-marins qui servent d'habitation à une foule de Mollusques, de Vers et de Zoophytes. J'ai pu, sans inconvénient, pousser ces explorations à une profondeur de plus de 7 mètres; et si j'avais eu à ma disposition un bâtiment plus grand et un équipage plus nombreux, il m'aurait été facile de descendre à des profondeurs beaucoup plus considérables; mais l'imperfection des moyens de sauvetage que je pouvais établir à bord de mon bateau pêcheur m'a fait penser qu'il y aurait de l'imprudence à l'essayer. Effectivement, en cas d'accidents, de quelque dérangement dans le jeu d'une soupape, de la rupture du tube respirateur, ou même de l'ascension de l'eau dans l'intérieur du casque jusqu'au niveau des narines du plongeur, celui-ci ne pouvait échapper à l'asphyxie qu'en regagnant promptement l'atmosphère, et en se débarrassant de l'appareil dans lequel il se trouvait renfermé. Or, pour remonter d'une profondeur de plus

de 7 mètres, et pour rétablir une communication libre entre les poumons et l'air extérieur, il nous fallait près de 3 minutes, ce qui aurait pu devenir dangereux, et dans des expériences de ce genre il faut chercher à tout prévoir.

» Je le répète donc, cet appareil, pour rendre aux naturalistes tous les services qu'on peut en attendre, a besoin d'être perfectionné; mais, d'après l'usage que j'en ai fait, j'ai la preuve que dans certaines localités il peut être déjà d'un grand secours. Ainsi, en explorant par ce moyen les rochers et le fond du port de Milazzo, je me suis procuré un nombre immense d'œufs de Mollusques et d'Annélides dont je désirais étudier le développement. Ailleurs j'ai pu aller saisir, dans les anfractuosités du sol, les plus petits animaux qui vivent fixés et qu'on ne trouve pas ailleurs. Je voyais parfaitement tout ce dont j'étais entouré, et c'était la fatigue musculaire seulement qui m'empêchait de me promener au fond de la mer comme j'aurais pu le faire sur la plage.

» Je crois inutile d'entrer ici dans des détails relativement aux localités que j'ai visitées pendant mon voyage en Sicile. Ce qui me semble pouvoir intéresser l'Académie, ce sont seulement les résultats que j'ai obtenus, et, par conséquent, je m'abstiendrai de toute digression étrangère à ce sujet.

» Les questions dont je me suis plus spécialement occupé sont relatives à l'embryologie des Annélides et des Mollusques; à la circulation du sang chez ces derniers animaux, ainsi que chez les Crustacés, et à l'organisation des Stéphanomies et des Acalèphes ciliogrades en général; mais, tout en poursuivant ces études, j'ai eu l'occasion de faire diverses observations sur des sujets d'un intérêt secondaire; ainsi je suis arrivé à démêler le mécanisme des mouvements singuliers découverts par M. Siebold dans l'intérieur de la capsule auditive des Mollusques; je me suis assuré, de la manière la plus positive, de l'hermaphrodisme des Anatifes, fait qui était devenu douteux par suite des observations de M. Goodsir sur les prétendus mâles des Balanes; j'ai vu que chez les Haliotides les sexes sont séparés de même que chez les Patelles, et que, par conséquent, aujourd'hui moins que jamais, on ne peut, ce me semble, admettre comme base de la classification des Mollusques gastéropodes la distinction de ces animaux en Monoïques, Hermaphrodites et Dioïques. J'ai constaté un nouveau fait de nature à montrer combien la couleur du sang, si constante dans l'embranchement des Vertébrés, doit avoir peu d'importance physiologique chez les animaux inférieurs, résultat qui découlait déjà de mes observations sur les Vers; en effet, j'ai trouvé, aux environs de Palerme, une Ascidie à sang rouge. Enfin, je signalerai ici encore un fait zoologique qui en lui-même n'a aucune importance,

mais qui fournira une nouvelle preuve des erreurs que l'on pourrait commettre si l'on attachait une confiance trop entière dans l'invariabilité des rapports qui semblent exister entre l'organisation essentielle des animaux inférieurs et leurs caractères extérieurs. M. Savigny, en montrant combien la structure intérieure des Ascidies composées s'éloigne de celles des Alcyons et des autres Polypes avec lesquels on les avait jusqu'alors confondus, a signalé l'existence de six tentacules chez les uns, et de huit chez les autres, comme étant le caractère extérieur le plus propre à les distinguer sans le secours du scalpel; et, en effet, jusqu'alors on n'avait jamais trouvé plus de six tentacules autour de la bouche des Ascidies composées, tandis que les Alcyons, et les autres Zoophytes conformés d'après le même type, en offrent toujours huit; mais ce caractère empirique perd maintenant toute sa valeur, car j'ai trouvé, dans la Méditerranée, une Ascidie composée ayant huit de ces appendices.

» Je ne m'arrêterai pas davantage sur ces faits isolés, mais je crois nécessaire d'entrer dans quelques détails relativement aux travaux de plus longue haleine, dont j'ai mentionné il y a quelques instants l'objet, et je demanderai la permission d'en faire le sujet de quelques communications spéciales. Dans un prochain article, dont je réserve la lecture pour une de nos premières séances, je rendrai compte de mes observations sur le développement des Annélides. »

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE. — *Recherches sur la structure et la nature du tissu élémentaire des cartilages; par* M. A. Valenciennes.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

. . . .

« L'examen détaillé des parties solides du corps vivant a été fait, dans ces derniers temps, avec la plus scrupuleuse attention. La structure des os a été suivie pendant les différentes périodes de leur développement. En lisant ce que les anatomistes les plus exercés ont écrit sur ces organes, on peut juger de ce que la science est en droit d'attendre de leur habileté.

» En observant les os à différents âges, on a commencé par les étudier à l'état cartilagineux.

» Essayer, en effet, de saisir le moment où une partie du corps de l'animal, aussi compliquée qu'un os, passe peu à peu de l'état de mollesse la plus grande à la rigidité et à la solidité qu'il présente dans l'animal adulte, est un des problèmes d'organogénie les plus intéressants à résoudre.

» Ce qui se présente naturellement à l'esprit de l'anatomiste, pour obtenir la solution de ce problème, c'est de commencer par étudier le cartilage.

» Or, que l'anatomiste ait porté ses investigations sur les cartilages de l'homme, ou qu'il ait cherché à éclairer cette étude par l'examen de ceux des animaux, on doit remarquer que les recherches ont presque toujours été faites sur des cartilages d'ossification, c'est-à-dire sur des organes qui, par suite de leur développement pendant la vie de l'animal, deviendront des os.

» Ainsi, M. Schwann suit le développement des cellules primitives et élémentaires, et celui des vésicules cytoblastiques, dans les rayons branchiostèges des très-jeunes poissons. Il les cherche encore dans les têtards des Batraciens de notre pays, et entre autres chez le *Pelobates fuscus*.

» MM. Prevost et Lebbert nous donnent aussi des faits intéressants sur le développement du *Corda dorsalis* de ces mêmes têtards; et, ce que ces habiles observateurs disent de l'apparition des cellules et des vésicules cartilagineuses, se rapporte évidemment à des tissus qui ne sont pas encore ossifiés, mais qui deviendront des os.

» D'autres anatomistes se sont livrés à une étude plus générale du tissu cartilagineux; ils ont comparé les cartilages qui ne s'ossifient pas ordinai-

rement, ou les vrais cartilages, au tissu des organes que Bichat a désigné sous le nom de fibro-cartilage.

» Mais on sait que tous ces tissus offrent, dans l'homme, des exemples très-fréquents d'ossification. Des cas pathologiques, rares à la vérité, ont démontré cette tendance à l'ossification jusque dans le cartilage cloisonnaire du nez.

» La lecture des ouvrages remarquables de MM. Mischaer, écrits sous la direction de Purkinje, de Meckauer, de Valentin, d'Arnold, de Mandl, de Henle, prouve qu'aucun de ces observateurs n'a porté son attention sur des cartilages dont la persistance ou la permanence, pendant toute la durée d'une vie souvent très-longue, ne peut être l'objet d'aucune contestation.

» Il existe, cependant, dans des animaux d'une organisation si différente qu'ils appartiennent à des types complétement distincts, des cartilages qui ne s'ossifient jamais. Le squelette entier des uns, ou les pièces isolées des autres, demeurent toujours à l'état cartilagineux. Les zoologistes n'en ont pas encore fait connaître complétement la forme par des descriptions détaillées. Ces animaux sont rangés dans des classes qui ont fait et qui feront longtemps encore l'objet spécial de mes études; je veux parler des Mollusques et des Poissons.

» Les zoologistes citent le cartilage céphalique des sèches, des poulpes, des calmars, comme les premiers rudiments du squelette compliqué des animaux d'un autre embranchement.

» Mais il y a encore, dans ces animaux, d'autres pièces cartilagineuses remarquables par leur grandeur, par leur force, par leur position, et dont les auteurs descriptifs n'ont pas fait mention, préoccupés, sans doute, qu'ils étaient de la non-existence de squelette rudimentaire dans les animaux de cet embranchement. Je veux parler de pièces cartilagineuses situées sous l'origine de la lame dorsale, tout à fait indépendante de cette partie solide. A la face inférieure du corps, ces mêmes animaux ont encore plusieurs autres cartilages. On en retrouve aussi dans l'appareil de la trompe des Gastéropodes, tels que les Buccins.

» Tout le monde connaît des poissons qui ont, pendant toute leur vie, un squelette qui ne s'ossifie jamais. Ces Chondroptérygiens constituent un groupe nombreux, si bien tranché dans la série, que des zoologistes très-savants ont cru devoir en faire une classe à part. Si l'on adoptait cette manière de voir, on ne pourrait la considérer ni comme supérieure ni comme inférieure à celle des autres poissons. Plusieurs des cartilagineux, tels que les raies et les squales, se rapprochent des reptiles par la conformation de l'oreille ou de leurs organes génitaux; tandis que d'autres, comme les lam-

proies, ont une telle simplicité d'organisation, que l'on pourrait hésiter à en faire des animaux vertébrés.

» On trouve parmi les raies des animaux de 500 à 600 kilogrammes; parmi les squales, des animaux d'un poids double, triple ou quadruple, et d'une longueur de 12 à 15 mètres.

» J'ai toujours été surpris que les anatomistes n'aient pas interrogé la nature cartilagineuse de ces animaux. On conçoit que l'étude du cartilage de ces êtres doit nous conduire à connaître ce que les physiologistes avaient désigné sous le nom de vrais cartilages.

» Henle, l'auteur le plus complet aujourd'hui, ne cite aucun travail fait dans la série animale pour établir par des recherches d'anatomie comparée, la vraie nature du cartilage. Il dit même que Muller n'a pas examiné la pièce céphalique des Céphalopodes; que celle de calmars ne lui a pas fourni de gélatine. Puis, dans un bel ouvrage d'anatomie générale, on demande si les mâchoires des Gastéropodes, le dard génital des limaçons, le ligament élastique des Mollusques bivalves, sont de nature cartilagineuse; ou si ces parties appartiennent à un autre ordre de tissus organiques.

» C'est pour répondre à ces questions, dont la solution intéresse l'objet spécial de mes études, que je me suis livré à des recherches sur la structure élémentaire des parties solides des animaux, en comparant la nature des cartilages des Chondroptérygiens et des Mollusques à ceux des autres animaux vertébrés, afin d'arriver à définir ce que l'on peut appeler aujourd'hui un cartilage vrai.

» Peu à peu le travail s'est beaucoup étendu. Pour le présenter avec ordre à l'Académie, j'ai dû diviser les observations, afin d'en faire mieux saisir les résultats.

» J'ai fait représenter, d'après un même grossissement, les pièces observées, de manière à ce qu'elles soient comparables.

» Il est encore aujourd'hui assez difficile de résumer les différentes observations des anatomistes, en une définition précise du cartilage. On peut dire, d'après eux, que c'est un corps solide, plus ou moins élastique, sans vaisseaux, sans nerfs, composé d'une substance homogène fondamentale qui peut devenir fibreuse, qui est creusée d'un grand nombre de vésicules éparses dans la substance.

» Examinons, maintenant, comment se présentent les cartilages des poissons.

» Dans les raies, et autres plagiostomes de cette famille, on est surpris de la disposition régulière des vésicules cartilagineuses. Les cellules élémentaires se rapprochent pour former une sorte de périchondre. De distance en dis-

tance, la surface interne de cette couche se boursoufle; de ces élévations on voit se porter, en rayonnant dans tous les sens, les vésicules cytoblastiques; elles deviennent plus rares et plus grandes dans le centre; ces vésicules sont remplies de granules excessivement petits, n'ayant guère que $\frac{1}{300}$ à $\frac{1}{400}$ de millimètre. Il y a cependant des vésicules qui n'en contiennent pas du tout.

» Telle est la structure du cartilage dans la raie bouclée (*Raia clavata*), que je prends pour terme de comparaison. Je trouve la même disposition générale dans la torpille, dans la myliobate commune ou la mourine de la Méditerranée, dans l'espèce de la côte Malabar, dans le rhinoptère: seulement les vésicules sont plus ou moins petites; elles le sont beaucoup dans ce dernier genre.

» La substance fondamentale du cartilage est formée de cellules très-grandes, dont les parois sont à peine visibles.

» Dans les squales, je ne puis plus apercevoir dans le parenchyme du cartilage de traces de cellules, tant elles se confondent avec la substance qui paraît comme du mucus coagulé. Les vésicules sont allongées, souvent même tubulaires, dans le crâne du *Squalus glacialis*. Elles reparaissent sous forme sphérique dans celui de l'émissole et dans les vertèbres de l'aiguillat. Elles sont dirigées en séries droites et parallèles. Je retrouve aussi cette direction dans les cartilages de l'esturgeon. Ceux des chimères arctiques ou antarctiques nous montrent des vésicules d'une petitesse excessive, et disposées en cercle.

» J'ai examiné la corde ou le long cylindre qui passe à travers toutes les vertèbres, et les réunit. J'ai vu que cette corde est creusée dans toute sa longueur d'un petit canal étroit; mais je n'ai pu trouver la moindre vésicule dans les coupes longitudinales ou verticales que j'ai faites de cette partie. Je ne puis donc la regarder maintenant comme un cartilage, malgré sa constitution extérieure.

» Les poissons cyclostomes m'ont offert une disposition différente et bien digne de fixer l'attention du naturaliste. Le tissu des lames cartilagineuses céphaliques de la lamproie apparaît bien nettement utriculaire. On croirait avoir, sous le microscope, le tissu élémentaire végétal, tant les cellules sont nettes et tranchées. Ces cellules contiennent des vésicules très-grandes, à parois minces; toutes ces vésicules sont vides.

» L'examen microscopique comparé du gastrobranche et de la myxine semble confirmer que ces cyclostomes sont plus élevés que la lamproie, car la structure microscopique de leur cartilage prouve, par la densité de la

substance fondamentale, par la netteté avec laquelle on peut couper les vésicules, que ces cartilages sont plus organisés que ceux des squales, et peut-être plus que ceux des raies. On peut faire des tranches sur la mâchoire inférieure d'une myxine de telle façon que les vésicules se montrent alors comme des anneaux à travers lesquels on voit le fond du porte-objet.

» La corde de la lamproie est tout à fait semblable à celle de l'esturgeon et ne me paraît, pas plus qu'elle, du cartilage.

» Il faudra cependant attendre, pour se prononcer, qu'on ait pu les étudier sur des individus qui n'auront pas été conservés dans l'alcool.

» L'ange (*Squalus squatina*) a des vésicules analogues à celles de la raie, mais disposées en séries obliques, et leur réunion forme des groupes égaux entre eux par leur grandeur.

» Passons aux mollusques. Le cartilage céphalique du calmar est composé d'une substance fondamentale très-rare; les cellules sont beaucoup plus lâches que celles des raies; les vésicules sont petites, réunies en petites îles éparses. La sèche ne m'a paru différer du calmar que par la petitesse de ses cellules.

» Il est facile de juger, par la seule inspection de ces vésicules et des cellules de la substance fondamentale, que ces cartilages sont beaucoup moins denses que ceux des poissons, mais qu'ils ont la même manière d'être, la même unité dans leur composition élémentaire.

» J'ai examiné les autres parties solides des mollusques; elles n'appartiennent pas au tissu cartilagineux.

» Muller découvrit, dans les cartilages, la substance particulière à laquelle il donna le nom de *chondrine*. On sait qu'elle précipite avec l'alun, ce que ne fait pas la gélatine, et que celle-ci se distingue de la précédente matière par ses réactions sur le tanin.

» L'examen de la nature chimique des cartilages des poissons et des mollusques prouve que les cartilages des squales contiennent une très-grande quantité de chondrine, tandis qu'il y en a très-peu dans les parties tirées des raies. Des cartilages de raie, après quelques jours de macération, n'en donnent plus même aucune trace.

» Nous avons aussi la preuve de l'existence de la chondrine dans le cartilage céphalique du calmar; mais nous n'en avons saisi que quelques traces, tandis que nos différents cartilages de Mollusques ont donné une très-abondante quantité de gélatine.

» Nous avons pu aussi reconnaître que les cartilages de ces animaux contiennent une très-grande quantité d'eau; au moins 86 pour 100.

» En résumé, je puis dire :

» 1°. Que dans les cartilages des poissons chondroptérygiens il y a des vésicules nombreuses dans la substance fondamentale ;

» 2°. Que ces vésicules n'y sont pas éparpillées irrégulièrement ;

» 3°. Qu'elles y sont, au contraire, réunies ou disposées avec tant de régularité et de constance, que l'on peut déterminer l'ordre et même le genre d'où l'on a tiré le cartilage soumis à l'inspection microscopique ;

» 4°. Que toutes ces vésicules cytoblastiques ou ostéoplastiques sont creuses, et non pas pleines ;

» 5°. Que dans aucun de ces cartilages on n'observe des canalicules ;

» 6°. Que la substance élastique qui traverse toute la colonne vertébrale des Chondroptérygiens, ou la corde, n'a pas de vésicules, et qu'elle appartient à un autre ordre de tissus ;

» 7°. Que les cartilages des Mollusques ont la même structure ;

» 8°. Que la gélatine existe en grande abondance dans le cartilage des Céphalapodes ;

» 9°. Que le stylet des Mollusques bivalves, leurs ligaments, appartiennent à un autre ordre de tissus organiques.

» Je demanderai à l'Académie la permission de lui soumettre, dans un autre Mémoire, mes observations sur les cartilages ossifiables des animaux vertébrés des autres classes. »

ENTOMOLOGIE. — *Observations sur un insecte qui attaque les olives, dans nos départements méridionaux, et cause une diminution très-considérable dans la récolte de l'huile; par* M. **Guérin-Méneville**.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« Depuis longtemps les habitants du midi de la France et de l'Italie, où la culture de l'olivier est une source de richesses, se plaignent des pertes que leur causent les insectes, et demandent au Gouvernement et à la science des secours pour remédier au mal. Cet arbre si utile est attaqué par plus de vingt espèces différentes : le Scarabéide connu sous le nom d'*Oryctes grippus*, et les larves des cigales, rongent ou sucent les racines de cet arbre et l'affaiblissent considérablement; plusieurs espèces de Charançons rongent ses feuilles ; plusieurs Coléoptères xylophages font mourir ses branches ; une Cochenille et trois Hémiptères des genres *Cercope*, *Psylle* et *Thrips*, sucent et font languir ses jeunes pousses ; trois Lépidoptères attaquent son bois et ses feuilles ; un autre vit aux dépens du fruit, et enfin, ce même fruit est encore

attaqué par un Diptère qui, dans certaines années, fait perdre entièrement la récolte d'huile.

» Ces ravages, causés par des insectes, ont toujours préoccupé les agriculteurs et les naturalistes; beaucoup de Mémoires ont été publiés par les uns et par les autres, mais les travaux des premiers, n'étant pas appuyés sur une méthode scientifique, n'ont fait que signaler le mal; leurs auteurs ont proposé des moyens de destruction inapplicables, et souvent dirigés sur des espèces innocentes des ravages dont on se plaignait. Ceux des naturalistes sont restés aussi inutiles, pour la plupart du moins, parce que les descriptions qu'ils contenaient étaient trop vagues pour bien faire connaître ces insectes, dont souvent ils n'avaient observé qu'un seul état. Néanmoins, ces derniers travaux renferment des remarques utiles dont on peut tirer parti quand on reprend le sujet à fond.

» Dans le courant de cette année, M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce ayant reçu de M. Blaud, agriculteur très-instruit qui habite Beaucaire, un Mémoire étendu sur la culture de l'olivier et sur les insectes qui nuisent à cet arbre, l'a renvoyé à la Société royale d'Agriculture, en lui demandant un Rapport sur ce document. Chargé de ce travail, j'ai dû, tout en approuvant en général les études de M. Blaud, lui demander d'envoyer la plupart des insectes qu'il avait observés, parce que ses descriptions et ses figures n'étaient pas appuyées sur des connaissances entomologiques suffisantes pour qu'il fût possible de porter un jugement définitif. Cet agriculteur, se conformant au vœu de la Commission dont j'avais été l'organe, a adressé au Ministre, le 4 septembre dernier, une petite boîte contenant des olives gâtées par la chenille qui ronge l'intérieur de leur noyau, ce qui m'a permis d'étudier et de figurer cette espèce d'une manière convenable, et m'a mis à même de découvrir l'un de ses parasites, échappé jusqu'ici aux recherches des agriculteurs et des naturalistes. Le Mémoire dans lequel je décris cet insecte et son parasite serait trop long pour être lu dans cette enceinte, et je le réserve pour une lecture devant la Société d'Agriculture. Je me bornerai aujourd'hui à en présenter un résumé très-succinct.

» 1°. Les olives sont attaquées par une petite chenille qui s'introduit dans leur noyau, ronge l'amande, en sort vers la fin d'août, par une ouverture près du pédoncule, et se laisse glisser à terre au moyen d'un fil, pour se métamorphoser en un papillon très-petit.

» 2°. Cette chenille, en perçant son trou de sortie, fait mourir le pédoncule de l'olive, et celle-ci tombe toujours avant sa maturité.

» 3°. Une fois à terre, la chenille cherche sous l'arbre quelque feuille

morte ou l'anfractuosité de quelque motte de terre, s'y construit une légère coque soyeuse, et se métamorphose en chrysalide dans l'espace de trois jours; six jours après le papillon éclôt.

» 4°. Ce Lépidoptère appartient au genre *OEcophora* des auteurs; c'est l'*OEcophora olivella* de M. Duponchel, publiée dans son Histoire naturelle des Lépidoptères de France, et qui correspond à la *Tinea ocella* de Fabricius.

» 5°. Au moment où la chenille quitte l'olive pour se transformer en chrysalide, elle est attaquée par divers ennemis : les oiseaux lui font la chasse pendant qu'elle est suspendue au fil au moyen duquel elle se glisse à terre; les fourmis la saisissent pendant qu'elle est sur le sol; enfin, un petit Hyménoptère chalcidite profite de cet instant pour pondre sur son corps un grand nombre d'œufs, lesquels venant à éclore, donnent naissance à de très-petites larves, qui vivent et se développent aux dépens de ses parties charnues et graisseuses, sans attaquer d'abord les sources de la vie. Arrivées à leur entier développement, elles font mourir la chenille ou la chrysalide, si celle-ci a pu se former, et se construisent sous sa peau des coques ovales au nombre de quinze à vingt.

» 6°. Sur vingt-huit nymphes et chenilles envoyées du Midi, et qui m'ont été transmises par M. le Ministre, plus de la moitié étaient ainsi piquées et ont donné naissance à une quantité de petits chalcidites presque microscopiques, d'un beau noir de velours, avec la tête verte. Ces Hyménoptères appartiennent à la tribu des *Ptéromaliens*, mais formant un sous-genre propre que je nommerai *Trigonogaster*, à cause de la forme triangulaire de son abdomen. L'espèce n'ayant pas été décrite, je propose de la qualifier par un nom qui fera allusion aux services qu'elle rend à l'humanité, en limitant la multiplication d'un papillon dont la race aurait depuis longtemps fait disparaître l'olivier. Ce sera donc le *Trigonogastre bienfaisant* (*Tr. benignus*).

» 7°. Comme on le voit, la nature, dans ses admirables harmonies, a voulu qu'une race destinée à s'opposer à la trop grande multiplication de l'olivier fût conservée, quoique restreinte dans de justes limites; mais l'homme est obligé de chercher à rompre ces harmonies, afin de favoriser la multiplication et la production des végétaux qui lui sont utiles. Il doit donc chercher à profiter des connaissances qu'il acquiert tous les jours sur la manière de vivre des animaux qui attaquent ces végétaux, et, dans le cas présent, il trouvera un moyen facile de détruire un grand nombre de ces Lépidoptères, en attaquant la chenille et la nymphe au moment où elles sont, pour ainsi dire, à

sa discrétion. Ainsi, nous avons vu plus haut que les chenilles sortent des olives à la fin d'août, pour descendre à terre, sous les arbres, se construire des coques soyeuses, et se transformer en chrysalides, dans les anfractuosités du terrain ou contre les feuilles tombées. On comprend déjà qu'il suffira de creuser la terre de quelques centimètres au-dessous de chaque arbre, d'accumuler dans ces fosses les feuilles mortes, afin de présenter aux chenilles un abri commode, et l'on n'aura plus, vers les premiers jours de septembre, qu'à réunir ces feuilles en tas, à les brûler, et à remettre la terre dans les fosses, afin d'enterrer le peu de chrysalides qui auraient échappé au feu, en se cachant dans les anfractuosités du terrain.

» J'entre dans plus de détails sur cette opération, qui équivaut à un simple amendement, dans le Mémoire développé que je dois lire à la Société royale et centrale d'Agriculture. J'insiste aussi sur la nécessité de la pratiquer simultanément dans toute une contrée; car, sans cela, les oliviers du propriétaire négligent, communiqueraient leur mal à ceux auxquels on aurait donné les soins les plus intelligents et les plus efficaces. Enfin, je crois qu'il est nécessaire d'appeler l'attention du Gouvernement sur un sujet si important, en provoquant des mesures analogues à celles qui ont été prises pour régulariser l'échenillage. »

ENTOMOLOGIE. — *Observations générales sur le phlébentérisme; anatomie des Pycnogonides; par* M. DE QUATREFAGES.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« L'étude des animaux inférieurs, si importante pour la zoologie proprement dite, n'intéresse pas moins vivement la physiologie générale; elle seule peut nous montrer ce qu'il y a d'erroné dans les opinions les plus rationnelles en apparence. Par exemple, il semblerait, au premier abord, très-naturel que la persistance des appareils organiques spéciaux fût en rapport direct avec l'importance des fonctions qu'ils sont appelés à remplir. Il n'en est rien pourtant. Ainsi, la respiration, cette fonction sans laquelle aucun être vivant ne peut exister, est peut-être celle dont les organes spéciaux se simplifient les premiers et même disparaissent entièrement. Il en est de même de la circulation, autre fonction d'une importance si incontestable chez les animaux les plus élevés. Il n'existe déjà plus la moindre trace d'organe respiratoire et circulatoire, que l'on voit bien souvent encore les appareils de la locomotion, ceux des sensations, de la digestion, de la reproduction, présenter un développement considérable, et parfois une grande complication. Alors, on le

sait, la respiration, de *localisée* qu'elle était, devient *diffuse;* les téguments sont chargés de cette fonction. Quant à la circulation, elle est remplacée par une agitation irrégulière que les mouvements du corps entier ou de quelques-unes de ses parties impriment au fluide nourricier contenu dans la cavité abdominale ou dans les lacunes qui la complètent et la remplacent quelquefois.

» En même temps que les appareils de la respiration et de la circulation se dégradent ou disparaissent, le canal digestif présente souvent une modification remarquable. Au lieu de former, comme d'ordinaire, un simple tube, on le voit se compliquer de prolongements plus ou moins nombreux, plus ou moins ramifiés, qui en général se portent vers la surface du corps. C'est cette disposition organique que je propose de désigner sous le nom de *phlébentérisme;* elle paraît avoir pour effet, tantôt de faciliter seulement l'acte de la respiration, tantôt de suppléer à l'absence de quelque portion de l'appareil circulatoire; tantôt, enfin, de remplacer en entier le système vasculaire des animaux supérieurs.

» On trouverait peut-être des exemples de phlébentérisme jusque dans les premières classes du règne animal; mais on ne saurait au moins en contester l'existence dans un très-grand nombre d'Invertébrés. Il joue surtout un grand rôle dans la physiologie des Rayonnés; chez les Hydres, chez les Éleuthérées, il se montre dans les conditions à la fois les plus simples et les plus complètes. Ici, tube digestif, cavité viscérale, appareil circulatoire, tout est réuni en une grande cavité unique, et la couche mince des tissus de l'animal est continuellement baignée, au dehors par le liquide respiratoire, au dedans par le fluide nourricier. Chez les Actinies, chez les Polypes, une première cavité interne est spécialement consacrée à la digestion; mais elle communique largement avec le reste du corps, et, sous ce rapport, les Rayonnés que je viens de nommer se trouvent placés à peu près dans les mêmes conditions que les Hydres.

» Sans nous arrêter à d'autres intermédiaires, passons tout de suite aux Méduses. Ici le phlébentérisme se montre dans tout son développement : à une cavité stomacale succèdent plusieurs troncs qui se portent dans tout le corps, y deviennent le point de départ d'un appareil gastro-vasculaire aussi compliqué que l'appareil artériel ou veineux de plusieurs Vertébrés, et s'ouvrent enfin au dehors par des anus multiples. Les Méduses sont les animaux les plus complétement phlébentérés que l'on puisse citer.

» Dans l'embranchement des Annelés, les exemples de phlébentérisme sont nombreux et variés. On trouve cette disposition organique plus ou

moins caractérisée chez la plupart des Hirudinées; elle se prononce encore davantage chez quelques familles d'Intestinaux; elle acquiert, chez les Planaires, autant d'importance physiologique et presque autant de complication anatomique que chez les Méduses elles-mêmes (1). Parmi les Annélides chétopodes, les Aphrodites seules nous montrent le phlébentérisme bien caractérisé. En revanche, nous le trouvons de nouveau à l'extrémité de la série des Arachnides, chez les Acariens, et à la fin des Crustacés, chez les Pycnogonides.

» M. Milne Edwards avait reconnu, il y a une quinzaine d'années, que chez les Nymphons le tube digestif envoyait des prolongements dans l'intérieur des pattes, et qu'il n'existait chez ces animaux qu'une circulation vague. Sans connaître ces observations, j'en avais fait de semblables, en 1842, à Saint-Vast-la-Hougue. J'ai repris ces recherches cette année, à Saint-Malô, sur le Nymphon grêle (*N. gracile*, Leach), sur une espèce nouvelle d'Ammothée (*Ammothea pycnogonoides*, Nub.), et sur le Phoxichile épineux (*Phoxichilus spinosus*, Leach). Mes observations ont d'ailleurs porté plus spécialement sur ces deux derniers qui se prêtent à merveille aux études micrographiques.

» Chez ces Pycnogonides, la bouche s'ouvre à l'extrémité de l'article tubuleux qui leur sert de trompe. Elle se prolonge en arrière en formant un œsophage extrêmement étroit, creusé dans une masse épaisse d'apparence musculaire. Toute la surface interne de l'œsophage est garnie de cils vibratiles. Chez le Phoxichile, l'œsophage, arrivé à la hauteur des premières pattes, se renfle légèrement, puis se rétrécit de nouveau et s'ouvre en s'évasant dans le tube digestif. La disposition de ce conduit est la même dans l'Ammothée; mais l'élargissement de l'œsophage est placé plus en arrière, et son ouverture dans l'intestin est presque au niveau de la seconde paire de pattes.

» L'intestin est conique et très-court, surtout chez l'Ammothée pycnogonoïde, où il correspond à peine à l'espace embrassé par la seconde et la troisième paire de pattes. C'est de cette portion du tube alimentaire que partent dix gros cœcums, dont les deux antérieurs pénètrent dans les pattes mâchoires et les autres dans les huit pattes ambulatoires.

» Ces cœcums gastro-vasculaires se dilatent et se contractent sans cesse

---

(1) Dans un Mémoire dont les dessins et la rédaction sont presque entièrement terminés, je montrerai que Dugès a attribué, à tort, aux Planaires, un appareil circulatoire, et que Baër avait raison de leur accorder un système nerveux, bien qu'il conservât à cet égard des doutes qui s'expliquent par le manque d'observations complètes.

alternativement, et par ces mouvements chassent par ondées le liquide qu'ils renferment, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Quand ils sont ainsi distendus, on reconnaît qu'ils présentent des étranglements correspondants aux articulations, et d'autant plus marqués qu'on les examine plus loin du corps. La structure de ces cœcums est d'ailleurs fort simple : ils sont composés d'une membrane dans laquelle je n'ai pu distinguer de fibres. Cette membrane est encroûtée, pour ainsi dire, d'une substance granuleuse opaque et d'un noir violâtre chez le Nymphon grêle, transparente et à peine légèrement jaunâtre chez le Phoxichile et l'Ammothée. Dans cette dernière, les granulations très-distinctes ont environ $\frac{1}{200}$ de millimètre en diamètre.

» En arrière de la dernière paire de cœcums, l'intestin s'ouvre dans une sorte de cloaque qui occupe l'anneau abdominal, et se termine par un anus très-étroit.

» Tout l'appareil que je viens de décrire à partir du commencement de l'intestin, est libre dans la cavité générale du corps; celle-ci se prolonge dans les pattes, jusqu'au delà même des cœcums. Le liquide qui la remplit baigne de toutes parts l'intestin proprement dit et ses prolongements.

» L'intérieur de l'intestin et de l'appareil gastro-vasculaire est rempli d'un liquide diaphane qui entraîne avec lui les matières en digestion. Ces matières se présentent sous la forme de petites masses arrondies ou ovoïdes de $\frac{1}{40}$ de millimètre de diamètre, légèrement verdâtres, lisses, homogènes et non granuleuses dans les premiers temps de la digestion. Mais à mesure que celle-ci s'opère, on voit ces petits corps se décomposer en granules arrondis réfractant fortement la lumière, dont le diamètre est à peine de $\frac{1}{300}$ de millimètre et qui restent agglomérés d'une manière irrégulière. Les fécès que l'on trouve dans le cloaque sont entièrement composés de ces granules. Dans tout l'intérieur de l'appareil digestif, on voit ces masses aller et venir de l'intestin dans les cœcums, et réciproquement, pénétrer dans un des cœcums pour en ressortir quelquefois bientôt après et être entraînés par les mouvements du liquide dans un cœcum voisin. Toutes ces allées et venues se suivent avec la plus grande facilité chez l'Ammothée et le Phoxichile.

» Le cerveau de ces Pycnogonides est une masse arrondie placée au-dessus de la base de l'œsophage. Chez le Phoxichile, les yeux reposent immédiatement sur lui. Dans l'Ammothée, un prolongement court, épais et terminé en massue, pénètre dans un tubercule dorsal et porte ces organes; c'est un ganglion ophthalmique aussi volumineux que le cerveau lui-même.

» Le système nerveux abdominal se compose de quatre ganglions soudés ensemble et correspondant à l'espace occupé par les deux paires médianes

de pattes. Chaque ganglion fournit des deux côtés un gros nerf qui pénètre dans la patte correspondante en passant en avant du cœcum gastro-vasculaire qu'elle renferme.

» Dans aucun de ces Pycnogonides je n'ai troué la plus petite trace d'un organe respiratoire ou circulatoire quelconque. La respiration est évidemment cutanée. Quant à la circulation, elle est vague, comme l'avait fort bien vu M. Edwards; c'est-à-dire qu'elle est réduite à un va et vient irrégulier, déterminé, soit par les mouvements généraux de l'animal, soit par les ondulations qu'impriment au fluide nourricier, par leur contraction et leur relâchement alternatifs, les muscles et les cœcums gastro-vasculaires. Rien n'est plus facile que de se convaincre de ce fait en suivant, à l'aide du microscope, les mouvements des petits corpuscules irréguliers qui, ici comme chez les autres Crustacés, représentent les globules du sang.

» Les faits que je viens d'exposer font naître bien des réflexions intéressantes. Je me bornerai à indiquer ici celles qui ont quelque rapport avec la question du phlébentérisme, réservant les autres pour le Mémoire dont la Note actuelle n'est qu'un extrait.

» On sait que chez la plupart des Crustacés, le foie est généralement très-développé. Nous n'en trouvons ici aucune trace dans le corps proprement dit; mais il me paraît remplacé par la matière granuleuse qui revêt les prolongements intestinaux. Seulement il faut bien reconnaître que, chez les Pycnogonides, cet organe est réduit à l'état rudimentaire.

» La détermination précédente doit-elle nous conduire à regarder comme de simples canaux biliaires les cœcums qui pénètrent dans les pattes des Pycnogonides? Je ne le pense pas. Le volume de ces canaux excréteurs serait hors de toute proportion avec celui d'un organe réduit à une mince pellicule. De plus, leur capacité est au moins quatre fois plus considérable que celle de l'intestin; or il me semble bien difficile d'admettre qu'un canal excréteur soit chargé de verser ses produits dans un organe quatre fois plus petit que lui-même. Cette raison seule suffirait, je crois, pour faire regarder les cœcums dont il s'agit comme étant des prolongements de l'intestin.

» D'ailleurs les faits relatifs à la digestion, que j'ai rapportés plus haut, ne peuvent laisser, ce me semble, aucun doute sur la nature de ces cœcums. Les matières nutritives pénètrent dans leur intérieur, y séjournent, en sortent, y rentrent de nouveau, et, pendant ces divers mouvements, on les voit présenter de plus en plus cette altération particulière qui, du moins ici, permet de suivre de l'œil les progrès de la digestion. Il est impossible de ne pas reconnaître que cette fonction s'exerce aussi bien dans les cœcums que

dans l'intestin, aussi bien à l'extrémité des pattes que dans l'abdomen? dès lors on ne saurait refuser à ces cœcums de faire partie de la cavité digestive, d'en être de simples prolongements.

» Mais quel peut être le rôle physiologique de ces expansions intestinales; dans quels rapports sont-elles avec les appareils respiratoire et circulatoire? comment, en l'absence de ces derniers, favorisent-elles l'accomplissement de la respiration, et suppléent-elles, dans certains cas, la circulation? Pour résoudre ces questions, il faut jeter un coup d'œil sur ce qui existe chez les Vertébrés les plus compliqués.

» Chez les Mammifères, les produits de la digestion destinés à réparer et à entretenir les qualités nutritives du sang, sont d'abord introduits dans le système veineux, soit directement, soit à l'aide d'un appareil circulatoire spécial, composé de vaisseaux chylifères et de lymphatiques. Avant d'arriver dans le système artériel, c'est-à-dire avant d'être mêlés au sang qui doit nourrir les organes, ils subissent l'action de l'air dans les poumons. Pour qu'une matière devienne apte à l'assimilation, c'est-à-dire à la nutrition proprement dite, il faut qu'il y ait d'abord *digestion*, puis *respiration*. Considérés au point de vue qui nous occupe, le système veineux et l'appareil des lymphatiques sont des intermédiaires entre l'intestin où s'accomplit la première de ces fonctions, et le poumon qui est chargé de la seconde.

» Chez les Invertébrés, les vaisseaux lymphatiques et chylifères manquent. Le système veineux disparaît chez un fort grand nombre, et chez plusieurs de ceux où la circulation semble être des plus complètes, on ne trouve pourtant rien qui le représente entièrement. Chez le plus grand nombre des Annélides errantes, par exemple, il est évident, d'après les recherches de M. Edwards, que presque chaque portion du système circulatoire est à la fois veineuse et artérielle, au moins en ce qui touche à ses fonctions physiologiques.

» Cependant les produits de la digestion ne sont pas généralement mis immédiatement en contact avec les tissus qu'ils doivent nourrir. Chez presque tous ces animaux on trouve, soit une grande cavité où flottent les viscères, soit un système de lacunes plus ou moins larges qui représentent cette cavité. Quelle que soit la disposition organique qu'offre l'animal que l'on examine, on trouve toutes ces parties pleines d'un liquide en général incolore, et où flottent des corpuscules irréguliers transparents. Chez les animaux qui, comme les Crustacés, ont des artères et pas de veines, ce liquide est bien évidemment le sang, et la cavité viscérale, simple ou multiple, représente à la fois la portion veineuse des organes de la circulation et le sys-

tème des lymphatiques. Dans ceux qui ont un appareil circulatoire complet, comme chez les Annélides, on peut assimiler cette cavité, quant à l'un de ces rôles physiologiques, à l'appareil lymphatique. Par suite des lois purement physiques, le liquide résultant de la digestion pénètre, par endosmose, dans cette cavité, où, plus tard, l'appareil circulatoire puisera les matériaux nécessaires à l'entretien du sang proprement dit.

» Le liquide qui remplit la cavité générale ou les lacunes qui en tiennent lieu, respire bien évidemment chez un grand nombre d'Invertébrés, qui ont d'ailleurs des organes spéciaux pour la respiration du sang proprement dit. Ainsi, chez les Annélides, la base des pieds, l'intervalle des anneaux, présentent souvent des cils vibratiles (1). Chez les Mollusques, la nature des téguments, les cils vibratiles que l'on retrouve sur presque toute leur surface, nous annoncent que l'action de l'air s'exerce par bien des points sur ce fluide nourricier, qui n'est pas encore du sang; mais, dans certaines circonstances, la nature semble avoir voulu rendre plus facile cette action de l'air, en rapprochant des surfaces respirantes les portions de l'intestin par où peut avoir lieu l'exhalation chyleuse dont nous parlions plus haut, et alors se montre le phlébentérisme.

» Cette manière d'envisager son rôle physiologique nous rend facilement compte de plusieurs des modifications qu'il présente chez certains animaux : elle nous explique, entre autres, pourquoi cette disposition anatomique ne se montre dans tout son développement que chez ceux dont les appareils respiratoire et circulatoire ont subi une dégradation plus ou moins considérable. Sans entrer ici dans des détails qui m'entraîneraient trop loin, je me bornerai à montrer combien la théorie précédente s'accorde avec ce que nous avons vu exister chez les Pycnogonides.

» Chez ces Crustacés, nous n'avons trouvé ni organe respiratoire ni organe circulatoire. La peau est restée chargée de la respiration. La cavité du corps a dû cumuler avec ses fonctions ordinaires, celles des appareils veineux, artériel et lymphatique. Le liquide qu'elle renferme est bien réellement *le sang*. Or, si l'intestin était resté dans cette cavité, les produits de la digestion s'y seraient mêlés à ce sang immédiatement, et sans pouvoir subir l'action de l'air autrement qu'à travers une carapace épaisse. Pour obvier à cet inconvénient, l'intestin s'est prolongé dans les pattes. La surface exhalante de l'in-

(1) Peut-être même faudrait-il dire *toujours;* mais, malgré les observations nombreuses que j'ai déjà faites sur ce sujet, je n'ose encore généraliser d'une manière absolue.

testin et la surface respirante de ces appendices n'ont plus été séparées que par un intervalle très-étroit. De plus, la respiration étant nécessairement plus active dans les pattes, à raison du peu d'épaisseur des téguments sur les nombreux points d'articulation, les sucs nutritifs, en sortant de l'intestin, ont pu subir complétement l'action de l'air, avant d'aller se mêler au sang plus parfait qui remplit le corps.

» Je prie l'Académie de vouloir bien observer que ce qui précède renferme deux choses très-distinctes, savoir : l'exposé de faits anatomiques et l'énoncé d'une théorie physiologique destinée à les expliquer. Des faits que j'ai cités, le plus grand nombre est admis depuis longtemps dans la science et n'a pas été contesté. Il en est d'autres que j'ai fait connaître en détail, il est vrai, après les avoir trouvés de mon côté, mais dont la première découverte appartient à M. Milne Edwards. Cet accord entre deux observateurs qui ne se sont rien communiqué et qui font, à quinze ans de distance, sur des espèces différentes, une observation semblable, présente aussi, je crois, une grande garantie d'exactitude. Or, si nous comparons ces faits avec ce que j'ai décrit comme existant chez certains Gastéropodes phlébentérés, nous trouverons des rapports frappants. Chez ces Mollusques, comme chez les Pycnogonides, il y a disparition des organes respiratoire et circulatoire; la respiration s'exécute par les téguments en général, et plus particulièrement à l'aide de certains appendices, qui sont les pattes, pour les Pycnogonides, les appendices branchiaux, pour les Gastéropodes phlébentérés. Chez les uns et les autres, nous voyons l'intestin se prolonger sous forme de cœcum et pénétrer ainsi dans les appendices plus particulièrement respiratoires. Chez les uns et les autres, le foie disparaît de la cavité abdominale; il se morcelle pour suivre en quelque sorte les vicissitudes de l'organe auquel ses fonctions le rattachent. Chez les Crustacés comme chez les Mollusques dont nous parlons, il s'atrophie et ne forme plus qu'une couche mince qui revêt les cœcums intestinaux. Certes ce sont là plus que des analogies; il y a presque similitude complète dans ces modifications éprouvées par des organismes appartenant à deux embranchements différents. Il est presque inutile d'ajouter que la théorie que j'ai exposée plus haut s'applique également aux uns et aux autres; mais je ne crois pas devoir insister davantage sur une question qui, dans ce moment, est pendante. L'Académie comprendra sans peine les motifs de ma réserve à cet égard. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ENTOMOLOGIE. — *Sur les Acariens, et en particulier sur les organes de la manducation et de la respiration chez ces animaux; par* M. FÉLIX DUJARDIN. Premier Mémoire. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« Après avoir discuté les travaux antérieurs relatifs au même objet, et particulièrement ceux de Dugès, j'examine successivement chez les Acariens : 1° la forme extérieure et les organes locomoteurs; 2° les organes de la manducation et l'appareil digestif; 3° l'appareil respiratoire; 4° le système nerveux et les yeux; 5° l'appareil reproducteur; 6° les affinités d'après lesquelles on peut classer les Acariens; et, sur ces différents points, je fais connaître les observations qui me sont propres.

» La bouche des Acariens présente ordinairement deux mandibules entièrement mobiles et formées de deux ou trois pièces au-dessus d'une lèvre plate ou en gouttière, résultant elle-même du rapprochement ou de la soudure de deux mâchoires palpigères; mais chez le *Limnochares*, l'article basilaire de chacune des mandibules concourt avec la lèvre à former un tube crustacé, court, recourbé en manière de trompe, et qu'on pourrait croire d'une seule pièce. La dissection de cette trompe en fait connaître la vraie structure, en même temps qu'elle montre deux dents mobiles articulées dans l'intérieur du tube à l'extrémité des pièces mandibulaires dont elles sont le complément.... Les mandibules onguiculées chez les Trombidions, comme chez les Araignées, sont également pourvues d'une glande vénénifère, tandis que les mandibules en pince des Gamases et de plusieurs autres genres n'ont pas cette glande.

» Les mandibules onguiculées que l'on voit, chez les *Trombidions*, les *Molgus* et les *Erythræus*, couchées longitudinalement dans la lèvre en forme de gouttière dont elles atteignent ou dépassent un peu l'extrémité, présentent, chez les *Atax*, une disposition fort singulière; ici, en effet, elles sont perpendiculaires à la lèvre crustacée, élargies en forme de masque, et présentant au milieu un petit orifice par lequel viennent sortir seulement les pointes mobiles ou les onglets des mandibules.

» La lèvre inférieure se montre, chez les Oribates, formée distinctement par la réunion de deux mâchoires analogues à celles des Coléoptères, dentées au bord et portant chacune son palpe dorsal.

» Chez les Gamases, la lèvre est encore distinctement composée de deux mâchoires, mais c'est avec celles des Hyménoptères qu'elles présentent plus d'analogie; elles sont formées d'une lamelle aiguë et portent en dedans une lamelle accessoire striée obliquement, qui constitue une sorte de languette, en s'unissant avec l'appendice correspondant.

» Le *Gamasus Coleoptratorum*, caractérisé par une plaque sternale écailleuse, présente une autre particularité fort curieuse : une petite tige terminée par deux soies plumeuses est articulée sur le bord antérieur de la plaque sternale, et paraît ainsi représenter les appendices inférieurs d'un segment intermédiaire.

» L'Uropode, pour la composition de sa bouche, a beaucoup de rapport avec les Gamases; sa lèvre est formée de trois à quatre paires de stylets plumeux très-élégants.

» La composition de la lèvre est encore bien distincte chez les *Acarus* et les *Sarcoptes*, quoique le type soit considérablement modifié par dégradation; mais chez les Acariens, dont les mandibules ne sont pas terminées en pince, cette composition maxillaire de la lèvre n'est plus visible, soit qu'elle forme une gouttière membraneuse sous les mandibules, ou une gaîne allongée comme chez les *Smaridia*, ou un masque écailleux percé d'un petit trou pour la sortie des pointes des mandibules comme chez les *Atax*, soit qu'elle ait la forme d'une lame hérissée d'épines comme chez les *Ixodes*, ou qu'elle concoure à former le rostre écailleux et tubuleux du *Limnochares*, en fournissant seule, dans ce cas, le bord circulaire et entouré de cils convergents à l'orifice buccal.

» Après avoir montré que les caractères tirés par Dugès de la forme des palpes n'ont pas toujours la valeur qu'on leur a attribuée, je signale deux autres modifications de ces organes : l'une propre au genre *Molgus* dont les palpes divergents sont terminés par un article subulé aigu, l'autre caractéristique du genre *Cheyletus*, dont les palpes, très-renflés à la base, se recourbent comme les mandibules des larves de *Dytiscus* et de *Myrmeleo*, et sont terminés par un crochet en faucille, avec deux lamelles plus courtes, en forme de peigne; un pharynx à la face externe duquel s'implantent de nombreux faisceaux musculaires, se voit en arrière de la bouche, chez les Trombidions et le *Limnochares*, et concourt évidemment à produire la succion.

» Quant à l'œsophage, à l'estomac et à l'intestin, que Treviranus n'avait pu voir distinctement dans le Trombidion, je les ai cherchés vainement aussi, et je suis resté convaincu que les sucs organiques dont les Acariens se nourrissent viennent se loger dans des lacunes sans parois propres,

au milieu de la masse parenchymateuse qui fait les fonctions de foie; l'eau dans laquelle on dissèque les Acariens délaye ou altère leurs tissus, de telle sorte qu'on ne peut reconnaître un intestin distinct. Quand, d'ailleurs, on observe par transparence les Bdelles, les Gamases, les Dermanysses, etc., on voit bien que le sang, ou le suc nourricier dont ils sont remplis, occupe un espace lobé ou multifide symétrique; mais ici encore on ne peut acquérir la notion d'une paroi distincte autour de ce liquide, qui semble occuper des interstices ou des lacunes entre les faisceaux musculaires et jusque dans la base des pieds. Un fait qui démontre d'ailleurs aussi l'absence de circonscription pour l'intestin, c'est la manière dont se logent les bulles d'air avalées par les Acariens dans diverses circonstances.

» Cependant il existe un anus chez les Acariens, mais les excrétions de ces animaux ont le caractère d'un produit sécrété, comme chez l'Uropode, où ce produit, consolidé à l'air, forme une petite tige cornée servant de pédoncule à l'animal.

» Plusieurs sécrétions distinctes ont lieu chez les Acariens, et l'on peut voir en particulier, chez le Trombidion, les deux glandes blanches salivaires ou vénénifères, dont le produit est porté à l'extrémité de la mandibule par un long canal.

» La respiration, chez les Acarus et les Sarcoptes, doit se produire seulement, par toute la surface, à travers les tissus, et chez les Gamases, les Cheyletus et divers Acariens à mandibules en pince, elle a lieu par un système de trachées aboutissant à des stigmates, comme chez les insectes. Mais entre ces deux extrêmes, on observe un mode de respiration double ou mixte, dont on n'avait encore signalé aucun exemple : il s'agit, en effet, d'un système de trachées aboutissant à une bouche respiratoire située à la base des mandibules et servant uniquement à l'expiration, tandis que l'aspiration a lieu par le tégument ou ses dépendances.

» Chez le Trombidion, à la base des mandibules, en dessus, on voit un orifice oblong bordé par deux lèvres d'une structure fort remarquable : c'est un bourrelet réticulé, à jour, et dont la cavité communique avec deux gros troncs trachéens qui arrivent d'arrière en avant à cet orifice. Chacun de ces troncs se divise brusquement en une houppe de trachées tubuleuses, larges de 1 à 4 millièmes de millimètre, et non ramifiées. Le mouvement alternatif des mandibules suffit pour déterminer le mouvement de l'air dans cet appareil, comme on s'en assure en observant un Trombidion vivant sur la bouche duquel on a mis une goutte d'eau.

» D'autre part, en disséquant le Trombidion, on voit, sous le tégument,

un réseau à mailles rondes formé d'une substance diaphane en apparence, homogène et assez résistante, qui rappelle le réseau respiratoire sous-cutané de certains Helminthes trématodes (Amphistomes et Distomes). Ce réseau paraît donc être ici en rapport avec les poils plumeux de la surface, pour servir à l'absorption des éléments gazeux, qui sont ensuite reportés au dehors par les trachées.

» Cette interprétation est démontrée par le fait des Acariens aquatiques qui sont pourvus d'un appareil trachéen semblable, qui, s'ouvrant au dehors par un seul orifice, ne pourrait évidemment servir à l'introduction et au renouvellement de l'air dans les trachées. Or, chez ces Acariens, comme le *Limnochares*, l'*Atax*, l'*Hydrachus*, la *Limnesia*, on voit répandus, sur toute la surface, des stomates analogues à ceux des végétaux, c'est-à-dire formés par une membrane très-délicate, et sous chacun desquels se trouve une sorte de cage globuleuse formée par un réseau tout semblable à celui des Trombidions. »

A l'occasion de cette présentation, un membre annonce que M. Dujardin demande à être porté sur la liste des candidats pour la place vacante dans la Section de Zoologie.

Un autre membre fait remarquer que, pour que cette demande puisse être accueillie par l'Académie, il est nécessaire que M. Dujardin, qui maintenant n'habite pas Paris, se soit, au préalable, engagé par écrit à résider dans cette ville, s'il venait à être élu membre de l'Académie.

CHIRURGIE. — *Nouvelle Note sur l'emploi de la baudruche dans le traitement des plaies; par* M. LAUGIER.

(Commission précédemment nommée.)

« M. Guérin a présenté à l'Académie des Sciences un appareil en baudruche pour abriter les plaies contre le contact de l'air. Cet appareil, étant muni d'un robinet pour y faire, comme le dit M. Guérin, l'aspiration de l'air, personne ne doutera maintenant qu'il n'y ait une complète différence entre un procédé qui exige un semblable appareil, et le pansement des plaies que je fais avec la solution épaisse de gomme arabique et la baudruche.

» M. Guérin ne voit, dit-il, aucune différence entre les moyens qu'on emploie pour favoriser l'application exacte d'une membrane imperméable à la surface des plaies. « La méthode, le principe, suivant lui, sont les mêmes.
» Le procédé seul d'exécution diffère dans ses éléments *les plus acces-*

» *soires.* » Mais cependant, entre un procédé inapplicable, que M. Guérin a traité d'incomplet et d'incertain, et un procédé aussi simple, aussi certain que le mien, la différence est aussi grande qu'entre la réussite et la recherche : je ne nie pas que M. Guérin ait cherché un moyen de couvrir hermétiquement les plaies; moi je l'ai trouvé, quoiqu'il soutienne le contraire.

» Je ferai remarquer que M. Guérin parle aujourd'hui, pour la première fois, d'un enduit qui fait adhérer la baudruche mouillée aux surfaces qu'elle protége, c'est-à-dire aux plaies. Je suppose que l'indication de *cet enduit* se trouve dans les paquets cachetés remis par M. Guérin avant ma première communication.

» Il n'existe pas d'ailleurs d'enduit qui puisse faire *adhérer* la baudruche aux bourgeons charnus d'une plaie en pleine suppuration, ce qui me fait penser que les essais de M. Guérin n'ont eu pour sujet que des plaies fraîches déjà réunies par d'autres pièces d'appareil.

» Quant à l'idée mère de mes essais, j'ai dit, dans ma première communication, qu'elle venait de l'étude de la cicatrisation des plaies sous les croûtes, fort bien décrite par Hunter. C'est à cet homme célèbre qu'il faut aussi rapporter la gloire d'avoir décrit l'organisation *immédiate* des plaies qui se cicatrisent à l'abri du contact de l'air, aujourd'hui appelées *sous-cutanées* : il n'y a de nouveau que ce mot.

» En terminant cette Note, j'ajouterai que je regarde ce débat de priorité entre M. Guérin et moi comme épuisé devant l'Académie des Sciences. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur un propulseur sous-marin à hélice enveloppée ; par* M. **Bouneau.**

(Adressé pour le concours au prix concernant l'application de la vapeur à la navigation.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Système atmosphérique autoclave pour la locomotion sur les chemins de fer;* Mémoire de M. **Midy.**

(Commission des chemins de fer atmosphériques.)

MÉCANIQUE. — *Nouvelle théorie et nouveaux principes géométriques de divers échappements simples et généralement adoptés en horlogerie ; par* M. **J. Wagner** neveu.

(Commissaires, MM. Poncelet, Gambey, Morin.)

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Développements de quelques points de la théorie des segments interceptés par les lignes et surfaces algébriques sur les groupes de cordes ou sécantes menées symétriquement par un même point; par* M. **Breton**, de Champ.

(Renvoi à la Commission nommée pour la première partie de ce travail.)

M. **Lélaisant** adresse une Note concernant la *loi des changements de la déclinaison magnétique*. Un tableau joint à la Note présente en regard les résultats de l'observation, à compter de l'année 1580, et ceux que donne le calcul. Les différences sont comprises dans la limite des erreurs d'observations telles qu'on peut les admettre aux différentes époques.

(Commissaires, MM. Mathieu, Duperrey, Laugier, Mauvais.)

MM. **Bunten** et **Silbermann** soumettent au jugement de l'Académie un *sympiésomètre* auquel ils ont fait subir diverses modifications destinées, les unes à donner plus de précision aux indications de cet instrument, les autres à le rendre d'un usage plus facile.

(Commissaires, MM. Arago, Élie de Beaumont, Pouillet, Regnault.)

Le Rapport sur cet instrument devant être fait très-prochainement, nous nous bornons à en annoncer la présentation.

M. **Chuart** demande que son *appareil destiné à prévenir les dangers qui résultent de l'explosion des mélanges gazeux détonants*, soit admis à concourir pour le prix concernant les Arts insalubres. L'auteur indique les perfectionnements qu'il a fait subir à cet appareil, depuis l'époque à laquelle il a été l'objet d'un premier Rapport fait à l'Académie, et adresse un tableau des graves accidents qui ont eu lieu depuis cette époque dans les houillères de la France, de la Belgique et de l'Angleterre.

(Commission des Arts insalubres.)

M. **Tchihatcheff** présente l'ensemble de son travail sur l'*Altaï*, travail dont un extrait a été inséré dans le *Compte rendu* de la précédente séance. Une partie de ces recherches étant relative aux végétaux fossiles, M. Ad. Brongniart est adjoint à la Commission précédemment désignée.

M. **Gattin** présente une Note sur des *formules abréviatives pour obtenir la solidité de la pyramide et du cône tronqués à base parallèle.*

(Commissaires, MM. Cauchy, Binet.)

M. **Laignel** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission qui est

chargée de faire un Rapport sur un procédé qu'il a imaginé pour diminuer les dangers des chemins de fer.

(Commission des chemins de fer.)

Un Mémoire sur un nouveau système de *chaudières à vapeur*, adressé par une personne dont le nom n'a pu être lu, est renvoyé à l'examen de la Commission des machines à vapeur.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** accuse réception d'une copie du Rapport fait à l'Académie sur les travaux de culture exécutés en Algérie à la pépinière centrale.

PHYSIQUE. — *Expériences relatives à la vitesse du son dans l'atmosphère; par* MM. **Bravais** *et* **Martins**.

« Le 30 septembre de l'année 1822, quelques mois seulement après les célèbres expériences faites entre Villejuif et Montlhéry, pour la détermination de la vitesse du son, MM. Stampfer et de Myrbach firent, auprès de Salzbourg en Tyrol, des observations analogues, mais avec cette circonstance particulière que les deux stations offraient entre elles une différence de niveau de 1364 mètres. Si l'on calcule avec le nouveau coefficient de dilatation de l'air la vitesse du son à 0 degré, qui se déduit des expériences des deux savants autrichiens, on la trouve égale à $332^{m},96$ par seconde. Le manque de données hygrométriques ne permet pas de réduire cette vitesse au cas de l'air parfaitement sec; on peut présumer cependant que cette correction, toujours négative, serait, dans le cas actuel, de 4 à 7 décimètres.

» La vitesse du son ascendant a été trouvée égale à celle du son descendant; mais l'on conçoit qu'une seule soirée n'est pas suffisante pour mettre ce dernier résultat hors de doute, à cause de l'influence perturbatrice que le vent a pu exercer.

» Désireux de répéter ces expériences, avec une différence de niveau plus considérable encore, nous nous étions pourvus de deux canons courts en fonte, vulgairement nommés *boîtes;* le poids de chacun d'eux était de 23 kilogrammes, et leur diamètre interne de 44 millimètres. Ils étaient percés d'une lumière et pouvaient s'amorcer par le côté. L'une de ces pièces fut transportée au sommet du Faulhorn, haute montagne du canton de Berne; l'autre fut laissée au petit village de Tracht, près de Brienz et sur les bords du lac de même nom.

» Pour mesurer l'intervalle de temps écoulé entre l'apparition de la lu-

mière et la perception du son, nous possédions deux compteurs à pointage (les n°s 521 et 528), que M. Breguet avait eu l'obligeance de mettre à notre disposition. On sait que, dans ces instruments, la pression du pouce sur un bouton extérieur se transmet, par un ingénieux mécanisme, à un levier mobile, lequel, s'abaissant sur le cadran des secondes, y laisse un point noir indicateur de la seconde de temps et de sa fraction. Nous avions en outre une montre à arrêt de Jacob, portant le n° 180, et battant 320 coups par minute. Le mécanisme de ces montres a été décrit par son inventeur dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* pour le mois d'août 1830. Enfin, notre dernier instrument était un très-bon chronomètre (n° 63) de Winnerl, dont la marche diurne était de $+ 3^s,0$, et qui battait les demi-secondes.

» Dans chacune des expériences faites à la station supérieure, les montres ou compteurs employés ont été, avant et après, comparés avec le chronomètre 63. A la station inférieure, cette comparaison n'a pu être faite à chaque soirée, mais le compteur 528, appartenant à cette station, a été mis en rapport, le 20 octobre au soir, avec le chronomètre, et dans des circonstances de température à fort peu près identiques avec celles des soirées d'observation.

» Les premières expériences eurent lieu le 21 septembre soir; ce fut pour nous une soirée d'essai dont nous supprimons ici les résultats. Le canon du Faulhorn était chargé avec 70 grammes de poudre, et celui de Tracht avec 75 grammes. Tous les coups furent entendus distinctement; cependant le bruit du canon de la montagne arrivait jusqu'à Tracht très-affaibli : en conséquence, la charge de poudre fut augmentée à la station du Faulhorn et portée à 90 grammes. Depuis lors, la perception du son fut très-suffisante : le bruit s'entendit constamment d'une manière nette, et ne fut accompagné d'aucun roulement.

» Les tableaux suivants donnent les résultats des observations des 24, 25 et 27 septembre soir; les durées de propagation inscrites aux deuxième, troisième et quatrième colonnes ont été préalablement corrigées de l'effet de la marche diurne propre à la montre dont se servait chaque observateur.

» Dans les soirées des 24 et 25, M. A. Bravais s'est servi de la montre n° 180, à la station supérieure; mais l'arrêt de cette montre s'étant subitement dérangé dans la matinée du 27, M. Bravais employa, désormais, le chronomètre 63; il en écoutait les battements, les comptait en lui-même, et faisait l'estime des différences. M. Martins a constamment observé avec le compteur n° 521. Enfin, le troisième observateur, M. Camille Bravais, frère de l'un de nous, et placé à la station inférieure, avait en main le compteur n° 528.

» Quelquefois l'on a aperçu, coup sur coup, deux feux distincts, celui de la bouche, et celui de la lumière, lequel était nécessairement antérieur à l'autre. Ce cas échéant, il était impossible de retenir à temps la pression du pouce sur l'arrêt, et l'époque lue sur le cadran correspondait toujours à l'apparition du feu provenant de la lumière (1). Dans ce cas, l'intervalle de temps que l'on obtient se trouve être trop grand; mais nous avons eu le soin d'indiquer cette particularité sur nos registres, et cette cause d'erreur peut ainsi être éliminée; les cas de double feu sont désignés, dans notre tableau, par un double astérisque.

» La température, la pression de l'air, la tension de la vapeur d'eau, ont été mesurées au commencement et à la fin de chaque série. Les lectures barométriques que nous rapportons sont corrigées de l'erreur constante des instruments et représentent la pression absolue. Toutes les observations de la station inférieure ont en outre été ramenées au niveau des eaux du lac de Brienz ($563^{m},9$); toutes celles de la station supérieure l'ont été au niveau du plan horizontal qui passe par le sommet de la montagne (2683 mètres).

» La tension de la vapeur a été mesurée aux deux stations, au moyen de psychromètres, et calculée par la formule

$$E = e' - 0,00085\,(t - t')\,B$$

(voyez la traduction française de la Météorologie de Kæmtz, page 78) : enfin l'on s'est servi de la Table des tensions de la vapeur, récemment publiée par M. Regnault.

» La température de l'air a été prise en tournant les thermomètres en fronde : la position de leurs zéros avait été vérifiée les 24 juillet et 2 septembre 1844. Au bas du tableau relatif à chaque soirée, sont inscrites les moyennes relatives à chacune des colonnes de ce tableau. Dans les calculs de la moyenne durée de propagation, l'on a éliminé toutes les observations entachées par l'apparition d'un double éclair; heureusement ce cas s'est présenté assez rarement. On remarquera de plus que les six nombres marqués du double astérisque sont tous en excès sur la moyenne qui leur correspond au bas de la colonne. La valeur moyenne de cet excès est de $0^{s},24$.

» Enfin, nous faisons connaître l'état du ciel, la force du vent telle qu'elle a été obtenue au moyen de l'anénomètre de M. Combes, et sa direction, estimée d'après les azimuts bien connus des objets terrestres environnants. La station inférieure restait au N. 19° E. par rapport à la station supérieure.

---

(1) Il en était de même dans le cas où l'observateur écoutait les battements du chronomètre.

Tableaux *A*. EXPÉRIENCES SUR LA DURÉE DE LA PROPAGATION DU SON.

Observations du 24 septembre 1844, soir.

ÉPOQUE DU TIR.	SON ASCENDANT.		SON DESCENDANT.	STATION INFÉRIEURE.			STATION SUPÉRIEURE.		
	A. Bravais.	Martins.	C. Bravais.	Température de l'air.	Barom. à 0 degré.	Tension de la vapeur.	Température de l'air.	Barom. à 0 degré.	Tension de la vapeur.
h. m. s. 7.29.50	s. 28,65**	"	......	+14°,4	mm 713,0	mm 9,7	+ 1°,2	mm 552,75	mm 4,6
7.38.35	......	......	s. 28,9	"	"	"	"	"	"
7.43.40	28,35	s. 28,41	......	"	"	"	"	"	"
7.53.25	"	28,31	......	"	"	"	+ 0,9	"	"
8. 0.30	......	......	28,3	"	"	"	"	"	"
8. 4.50	28,60	28,71	......	"	"	"	"	"	"
8.18. 0	28,45**	28,96**	......	"	"	"	"	"	"
8.24.45	......	......	28,85**	"	"	"	"	"	"
8.28.30	28,15	28,41	......	"	"	"	"	"	"
8.34.35	......	......	28,7	"	"	"	"	"	"
8.39.35	28,55	28,76	......	+13,1	713,4	9,9	+ 0,9	552,95	4,3
Moyennes..	28,41	28,52	28,63	+13,75	713,2	9,8	+ 1,0	552,85	4,45

Ciel clair, mais légèrement voilé ; quelques cirro-stratus.

Station inférieure. — Calme ; puis léger vent de nord à $7^h\,45^m$, et légère brise de nord-nord-est à la fin.

Station supérieure. — Sud, variable au sud-sud-ouest, très-faible.

Observations du 25 septembre 1844, soir.

ÉPOQUE DU TIR.	SON ASCENDANT.		SON DESCENDANT.	STATION INFÉRIEURE.			STATION SUPÉRIEURE.		
	A. Bravais.	Martins.	C. Bravais.	Température de l'air.	Barom. à 0 degré.	Tension de la vapeur.	Température de l'air.	Barom. à 0 degré.	Tension de la vapeur.
h. m. s.	s.	s.	s.		mm	mm		mm	mm
7.18.40	28,58	28,51	......	+12°,9	715,9	10,65	+ 1°,4	554,75	4,8
7.35.40	......	......	28,85	"	"	"	"	"	"
7.43. 0	28,68	28,56	......	"	"	"	"	"	"
7.47.50	......	......	28,9	"	"	"	+ 0,9	"	"
7.52.40	28,78	28,64	......	"	"	"	"	"	"
7.58.35	......	......	28,55	"	"	"	"	"	"
8. 3.45	"	28,39	......	"	"	"	"	"	"
8.14.55	28,58	28,81	......	"	"	"	"	"	"
8.20.15	......	......	28,45	"	"	"	"	"	"
8.25.50	28,63	28,75	......	+12,75	716,2	10,6	+ 0,7	554,9	4,8
Moyennes..	28,65	28,61	28,69	+12,82	716,05	10,62	+ 0,95	554,82	4,8

Ciel à demi couvert de cumulus venant du sud-ouest, élevés de 4000 mètres au commencement des observations, et s'abaissant de manière à atteindre le sommet du Faulhorn vers $8^h 40^m$.

Station inférieure. — Calme.

Station supérieure. — A $7^h 48^m$ faible brise de nord; à $8^h 10^m$ vent variant sans cesse du sud-ouest à l'ouest; la vitesse par seconde est de $0^m,9$ à $8^h 10^m$; de $1^m,4$ à $8^h 18^m$; de $4^m,0$ à $8^h 22^m$, et de $2^m,6$ à $8^h 26^m$.

Observations du 27 septembre 1844, soir.

ÉPOQUE DU TIR.	SON ASCENDANT.		SON DESCENDANT.	STATION INFÉRIEURE.			STATION SUPÉRIEURE.		
	A. Bravais.	Martins.	C. Bravais.	Température de l'air.	Barom. à 0 degré.	Tension de la vapeur.	Température de l'air.	Barom. à 0 degré.	Tension de la vapeur.
h. m. s.	s.	s.	s.		mm	mm		mm	mm
7.19.40	28,35	28,53	......	+15°,9	718,0	11,5	+5°,2	557,75	5,4
7.25.30	......	......	28,45	"	"	"	+5,1	"	"
7.30.40	28,60**	28,48**	......	"	"	"	"	"	"
7.38.55	......	......	28,72	"	"	"	"	"	"
7.44.50	28,15	28,43	......	+16,2	"	"	"	"	"
7.50. 5	......	......	28,55	"	"	"	"	"	"
7.56.30	28,40	28,38	......	"	"	"	"	"	"
8. 2.30	......	......	28,35	"	"	"	"	"	"
8. 8.25	28,65	28,68	......	+16,0	"	"	"	"	"
8.14.15	......	......	28,35	"	"	"	"	"	"
8.20. 5	27,90	27,98	......	"	"	"	"	"	"
8.26.35	......	......	28,9	"	"	"	"	"	"
8.32.30	28,15	28,48	......	+16,1	718,1	11,15	+4,8	557,6	5,5
Moyennes...	28,27	28,41	28,55	+16,07	718,05	11,33	+4,95	557,67	5,45

Ciel demi-clair, pommelé; cirro-cumulus venant du sud-ouest.

Station inférieure. — D'abord nord-est très-faible; à $8^h\,14^m$ et $8^h\,30^m$, faible vent d'est.

Station supérieure. — D'abord nord-nord-est faible; à $8^h\,30^m$ nord petit frais, avec une vitesse de $1^m,9$ par seconde.

» Il nous reste à déduire la vitesse du son des nombres qui précèdent.

» Dans le cas actuel, le chemin parcouru par le son ascendant était égal à $9624^{m},2$ (voyez la Note terminale), pour une différence de niveau de $2116^{m},4$. Celui que parcourait le son descendant était de $9677^{m},3$, pour une différence de niveau de $2041^{m},5$.

» La moyenne entre les deux distances est $9650^{m},7$. Il est facile de transformer chaque durée observée, par exemple la durée $28^{s},7$, en ce qu'elle eût été pour cette dernière distance. Pour le son ascendant, la correction à faire à la durée observée sera $+\ 28^{s},7\left(\frac{9650,7}{9624,2} - 1\right) = +\ 0^{s},08$: elle sera de $-\ 0^{s},08$ pour le son descendant.

» Appliquons ces corrections aux moyennes de chacune des soirées d'observation : prenons la demi-somme des deux moyennes fournies chaque soir par la station supérieure où résidaient deux observateurs; enfin, désignons par la lettre K le rapport de la tension de la vapeur d'eau contenue dans l'air à la pression barométrique : nous aurons les résultats moyens renfermés dans le tableau suivant :

Tableau *B*. — *Durées moyennes de propagation du son.*

JOUR.	DURÉE DE PROPAGATION. Son ascendant.	Son descendant	DURÉE moyenne.	TEMPÉRATURE moyenne.	DURÉE réduite à 0 degré.	VALEUR moyenne de K.	DURÉE réduite à l'air sec et à 0 degr.
	s.	s.	s.		s.		s.
24 septembre...	28,545	28,55	28,547	+ 7°25 C.	28,922	0,0108	28,982
25 septembre...	28,71	28,61	28,66	+ 6,77	29,010	0,0117	29,074
27 septembre...	28,42	28,47	28,445	+10,42	28,984	0,0126	29,053
Moyennes....	28,558	28,543	28,551	+ 8,17	28,972	0,0117	29,036
Vitesse par seconde.	$337^{m},92$	$338^{m},10$	$338^{m},01$	"	$333^{m},11$	"	$332^{m},37$

» En comparant les deux marches ascendante et descendante du son, on voit d'abord qu'elles sont sensiblement égales entre elles. Les petites différences, variables d'un jour à l'autre, proviennent sans doute de l'action du vent qui soufflait pendant les observations. Du reste, cette action a toujours été de peu d'importance, et cet effet doit disparaître presque entièrement dans la moyenne générale des trois soirées.

» Il paraît bien démontré, et par la théorie et par l'observation, que la

vitesse du son est indépendante de la hauteur du baromètre : mais, tout en respectant cette loi, on pourrait penser que la transmission de l'onde sonore ascendante est modifiée, quant à sa vitesse, par le passage d'un air plus dense à un air moins dense; la modification inverse devrait alors se présenter dans la transmission de l'onde descendante, et l'on s'en apercevrait aux différences constantes observées entre la vitesse d'aller et la vitesse de retour. Or, la différence $0^s,015$ entre les deux durées est si minime, qu'elle contredit entièrement cette manière de voir, qui d'ailleurs n'est pas fondée en théorie.

» D'ailleurs, lors même que la variation de densité du milieu traversé devrait modifier la vitesse du son, il suffirait, pour éliminer cette influence, de prendre la moyenne arithmétique entre les durées de propagation du son ascendant et du son descendant. On trouvera ces moyennes à la quatrième colonne du tableau *B*.

» Pour tenir compte de l'effet de la température, nous avons supposé un décroissement régulier de cet élément depuis la station inférieure au niveau du lac de Brienz, jusqu'à la station supérieure, sur une échelle verticale de 2119 mètres. Soit t la température moyenne ainsi obtenue : la réduction à 0 degré s'opérera en multipliant la durée observée par $\sqrt{1+0,00366\,t}$. Enfin, pour tenir compte de l'humidité renfermée dans l'air, il faudra diviser les durées par $\sqrt{1-0,38\,\mathrm{K}}$; le coefficient 0,38 exprime la différence de densité entre l'air sec et la vapeur d'eau.

» La dernière colonne du tableau *B* montre que les résultats de chaque soirée s'accordent entre eux, à un dixième de seconde près. Les différences peuvent s'expliquer soit par le défaut de simultanéité des coups réciproques, soit par un décroissement de température moins régulier que celui que nous avons admis; d'ailleurs elles ne dépassent guère ce que l'on peut attendre des erreurs inhérentes à ce genre d'observations.

» Si l'on combine les durées moyennes que nous venons d'obtenir avec la distance $9650^m,7$, on trouve, pour les vitesses de l'air en une seconde, les nombres inscrits dans la rangée inférieure du tableau *B*. Nous ferons remarquer que le résultat final $332^m,37$ diffère bien peu de celui des observateurs hollandais Moll et Van Beek, dont les expériences donnent, après l'adoption du coefficient 0,00366, une vitesse de $332^m,25$ par seconde.

» Une dernière question se présente. Dans l'appréciation de la durée, peut-il intervenir une cause constante d'erreur, provenant de l'observateur lui-même? Il semble, au premier abord, que la personne qui presserait trop

tard le bouton d'arrêt, à l'instant de l'apparition de l'éclair, devrait être en retard de la même quantité, au moment de l'audition du son. Mais cette conclusion paraîtra prématurée si l'on réfléchit que l'organe affecté n'est pas le même dans les deux cas, ce qui rend possible l'existence d'*équations personnelles*. Pour vérifier ce soupçon, nous avons comparé les estimations simultanées de MM. A. Bravais et Martins, dans chacun des seize couples que ces estimations forment entre elles. Pour ce dernier observateur, la durée moyenne de l'intervalle excède de $0^s,10$ la durée moyenne obtenue par son compagnon, et si l'on admet que la demi-somme des deux durées est la mesure exacte de l'intervalle, il en résulte des équations personnelles égales à $\pm 0^s,05$. On peut donc craindre une erreur du même ordre sur la mesure de la durée faite à la station inférieure par le troisième observateur.

» Quoi qu'il en soit, le résultat final de nos opérations sera le suivant :
« Vitesse égale des sons ascendant et descendant, à raison de $332^m,4$ pour
» de l'air sec, à la température de la glace fondante. »

NOTE ADDITIONNELLE.

» Nous donnons dans cette Note les éléments et les principaux détails du calcul qui nous a fait connaître la longueur du chemin parcouru par le son, dans nos expériences.

Calcul des distances horizontales.

» Le côté, sommet Faulhorn-église de Brienz, peut être calculé au moyen du triangle Faulhorn-Tannhorn-Brienz (église), dans lequel on connaît (1) :

Angle au Tannhorn.....	49° 16′ 0″,8	
Côté Faulhorn-Tannhorn.	34429,5	pieds français.
Côté Brienz-Tannhorn...	11197,6	

Le calcul donne, côté Faulhorn-Brienz... $9231^m,6$.

» Le même côté peut être calculé au moyen du triangle Faulhorn-Rothhorn-Brienz, dans lequel on connaît (2) :

(1) et (2) Ces éléments résultent des deux triangles n° 16 et n° 366 du Registre de la triangulation du canton de Berne, par l'ingénieur Wagner, Registre déposé aux archives de la ville de Berne.

Angle au Rothhorn..... 11°8′15″,1

Côté Faulhorn-Rothhorn 40022,5 } pieds français.
Côté Brienz-Rothhorn.. 11923,5 }

Le calcul donne, côté Faulhorn-Brienz... 9231m,0.

La moyenne des deux résultats est....... 9231m,3.

» Dans le triangle Faulhorn (sommet)-Brienz (église)-Tracht (belvédère), on connaît le côté Faulhorn-Brienz que nous venons de calculer, et les angles suivants que nous avons mesurés au théodolite:

Angle au Faulhorn... 7° 1′15″,
Angle à Tracht...... 74°28′ 0″;

on en conclut le troisième angle; l'excès sphérique, moindre que 1 seconde, peut être négligé. On trouve ensuite:

Côté Faulhorn-Tracht... 9475m,7.

» Le belvédère de Tracht est la station d'*audition* du son descendant.

» La station supérieure de tir ne coïncidait pas exactement avec le sommet du Faulhorn; la distance était de 24m,1. Avec les deux côtés 9475m,7 et 24m,1, avec l'angle compris 42°23′ mesuré directement au théodolite, on trouve:

Côté canon Faulhorn-Tracht (belvédère)... 9458m,0.

» C'est la distance *horizontale* parcourue par le son descendant.

» Avec une base de 45m,9 mesurée sur un terrain plat, et dont une extrémité était au canon de Tracht, l'autre en un point auxiliaire, avec les angles à la base 81°49′50″ et 69°57′35″, mesurés au théodolite, on a trouvé, pour le côté opposé à ce dernier angle,

Côté canon de Tracht-Tracht (belvédère)... 91m,22.

» Avec les deux côtés 9475m,7 et 91m,22, avec l'angle compris 20°31′, dont le sommet est au belvédère de Tracht (angle mesuré au théodolite), nous trouvons:

Sommet Faulhorn-canon Tracht... 9390m,31.

» Enfin, la station d'*audition* du Faulhorn était un peu écartée du sommet, à une distance de 5 mètres de ce sommet, et dans une direction qui déviait de 50 degrés de celle suivant laquelle l'observateur placé au sommet relevait le canon de Tracht. On en conclut:

Distance *horizontale*, son descendant... 9387m,1.

Calcul des distances verticales.

» Le sommet du Faulhorn est à $2683^m,0$ sur la mer, et le lac de Brienz (dont le niveau varie à peine de $0^m,5$ dans la saison d'été) est à $563^m,9$ sur la mer, d'après la grande triangulation suisse (*Ergebnisse der Trigonometrischen Vermessungen*); la différence $2119^m,1$ serait l'écart vertical, si les stations supérieure et inférieure avaient été exactement situées à ces deux niveaux; mais la station inférieure était au-dessus du lac; la supérieure, au-dessous du sommet de la montagne. De là proviennent les corrections soustractives suivantes :

» *Son ascendant.* — Le canon Tracht était à $1^m,2$ au-dessus du niveau du lac; les observateurs du Faulhorn étaient postés à $1^m,5$ au-dessous du sommet, on en déduit :

Chemin *vertical* du son ascendant..... $2116^m,4$.

» *Son descendant.* — Le petit triangle auxiliaire entre Tracht (belvédère), canon Tracht, et le point auxiliaire déjà cité, triangle aux extrémités de la base duquel on a mesuré les angles de hauteur du belvédère de Tracht, a fait connaître que la station inférieure d'audition (belvédère de Tracht) était à $74^m,1$ au-dessus du niveau du lac. Le canon du Faulhorn étant à $3^m,5$ au-dessous du sommet de cette montagne, on a eu :

Chemin *vertical* du son descendant.... $2041^m,5$.

Calcul des distances obliques.

» *Son ascendant.* — Avec les deux composantes du chemin, savoir, $9387^m,1$ et $2116^m,4$, en tenant compte de la courbure de la terre et de l'arc de $0° 5' 0''$ qui sépare les deux verticales, nous obtenons :

Son ascendant, distance oblique..... $9624^m,2$.

» *Son descendant.* — Avec les deux composantes $9458^m,0$ et $2041^m,5$, en tenant compte de la courbure de la terre et de l'arc de $0° 5' 6''$ qui sépare les deux verticales, nous trouvons

Son descendant, distance oblique... $9677^m,3$. »

CHIMIE OPTIQUE. — *Sur les propriétés optiques de l'amygdaline, de l'acide amygdalique, des amygdalates et des produits résultant de l'action des bases fixes sur la salicine; par* M. **Bouchardat.**

« Jusqu'à présent, l'acide tartrique est le seul acide connu dont les solu-

tions agissent sur la lumière polarisée; l'histoire optique de cet acide et de ses diverses combinaisons a permis à M. Biot d'étudier plusieurs points de la mécanique chimique.

» Pour varier ces recherches, il serait, je pense, utile de connaître d'autres acides qui posséderaient aussi ce pouvoir moléculaire rotatoire; j'ai cru que cette propriété devait être surtout recherchée dans les acides dérivant, par une légère modification, de substances organiques complexes douées elles-mêmes de ce pouvoir.

» Mon attention s'est portée en premier lieu sur l'amygdaline, sur l'acide amygdalique et les amygdalates; je vais en traiter dans ce Mémoire, ainsi que des produits résultant de l'action des alcalis fixes sur la salicine. Je m'occuperai bientôt des produits résultant de l'action des mêmes alcalis sur la phloridzine, ainsi que des substances variées obtenues, par M. Vöhler, de l'oxydation de la narcotine.

» Je réunis, dans le tableau suivant, le pouvoir moléculaire rotatoire de l'amygdaline, de l'acide amygdalique, des amygdalates de zinc et de chaux, avec les données qui ont servi à établir ces déterminations.

DÉSIGNATION de la substance employée.	SA PROPORT. pondérale dans l'unité de poids de la solution ε.	DENSITÉ de la solution, celle de l'eau distil. étant prise pour unité δ.	LONGUEUR du tube d'observ. en millim. l.	DÉVIATION de la teinte de passage bleue violacée observée à l'œil nu α.	DÉVIATION observée à travers le verre rouge $m\alpha$.	DÉVIATION calculée en multipliant α par $\frac{23}{30}$ $m\alpha$.	POUVOIR moléculaire rotatoire de la substance dissoute (α).
Amygdaline........	0,10078	1,02736	299,2	− 13° ↖	− 11°,00 ↖	−10°,30 ↖ (*)	− 35,51 ↖
Acide amygdalique...	0,27778	1,08369	500		− 60°,00 ↖		− 40,19 ↖
Amygdalate de chaux.	0,1228	1,02676	500	− 34° ↖	− 26°,25 ↖	−26°,06 ↖	− 41,24 ↖
Amygdalate de zinc..	0,193548	1,0338	500	− 51° ↖	− 40°,50 ↖	−39°,10 ↖	− 40,48 ↖

(*) M. Biot a découvert (Mémoire sur la polarisation circulaire et sur ses applications à la chimie organique, *Académie des Sciences,* t. XIII, p. 120) que dans la loi de rotation des rayons simples qui a lieu pour toutes les substances incolores excepté l'acide tartrique, la

» L'*amygdaline* qui m'a servi avait été purifiée avec le plus grand soin, elle était d'une blancheur de neige; ses cristaux lamelleux ont été desséchés à une température de 45 degrés, en contact de la chaux vive; sa dissolution aqueuse vue dans un tube de $299^{mm},2$ était d'une transparence parfaite et tout à fait incolore. Dans mes premières expériences, j'employais de l'amygdaline qui n'était point d'une aussi grande pureté, et les dissolutions aqueuses n'avaient pas cette transparence complète indispensable pour arriver à des conclusions exactes; cependant il est plusieurs résultats de ces premières expériences que je crois utile de relater.

» La propriété de l'amygdaline qu'il m'importait le plus d'étudier, était celle d'être transformée en acide amygdalique, lorsqu'on l'a fait bouillir avec l'eau de baryte, comme MM. Liebig et Vöhler l'ont découvert.

» J'ai pris une dissolution aqueuse contenant 0,1 d'amygdaline; elle a été

---

succession des teintes de l'image extraordinaire offrait un point de passage subit du bleu violacé au violet rougeâtre, qui est très-facile à reconnaître; et dans toutes les épaisseurs où la coloration est observable, la déviation angulaire qui y correspond se trouvait avoir avec la déviation du rayon rouge, un rapport constant qui est à peu près $\frac{30}{23}$. Alors, en renversant ce rapport, on peut calculer la déviation du rayon rouge, ce qui, en général, est beaucoup plus facile.

On peut remarquer que les nombres compris dans les colonnes 5 et 6 diffèrent peu les uns des autres; cependant ils s'éloignent plus de l'égalité que cela n'arrive dans des observations exécutées avec soin. On voit que les nombres de la déviation calculée sont tous inférieurs à ceux obtenus en observant à travers le verre rouge; ceci nous indique que les solutions d'amygdaline, d'acide amygdalique et d'amygdalates dispersent les plans de polarisation des divers rayons simples, à peu près comme le font le cristal de roche et toutes les autres substances qui suivent la même loi de rotation; mais qu'il existe cependant une différence légère qu'il importait de signaler.

Voici des résultats obtenus dans d'autres observations :

1°. Une dissolution d'amygdaline observée à l'œil nu avait un pouvoir de $\alpha_j = -17°,5$; l'observation à travers le verre rouge donna $\alpha_r = -14°,08$ ↖; en multipliant $-17,5$ par $\frac{23}{30}$, on a $-13°,4$ ↖.

2°. Une autre dissolution d'amygdaline ayant à l'œil nu un pouvoir de $-18°,5$, en possédait, à travers le verre rouge, un de $-15°$ ↖, et le calcul indique $-14°,18$ ↖.

3°. Une troisième dissolution d'amygdaline, ayant à l'œil nu un pouvoir de $-9°,75$ ↖, et de $-8°$ ↖ à travers le verre rouge, et le calcul indique $-7°,47$ ↖.

4°. Une dernière dissolution d'amygdaline ayant un pouvoir de $\alpha_j = -16°,5$ ↖ et

étendue avec son poids d'eau de baryte. Ce mélange examiné immédiatement dans un tube de 500 millimètres, exerçait une rotation de $\alpha_j = -9°$↖. Il fut versé dans un flacon que je tarai exactement, et que je plaçai pendant deux heures dans une bassine d'eau bouillante. Le dégagement d'ammoniaque avait cessé; j'ajoutai alors une proportion d'eau égale à celle qui s'était évaporée; le liquide fut examiné dans le même tube de 500 millimètres, et il exerçait alors une rotation de $\alpha_j = -13°$↖. Il est clair que l'amygdaline, en se transformant en amygdalate de baryte, non-seulement n'avait pas perdu son pouvoir moléculaire rotatoire, mais que ce pouvoir s'était accru.

» L'expérience suivante montre que la baryte peut être séparée sans que le pouvoir change. Je la précipitai exactement par l'acide sulfurique, et le pouvoir resta $\alpha_j = -13°$↖.

» Cette dissolution d'acide amygdalique fut saturée avec de l'ammoniaque, et le pouvoir moléculaire rotatoire propre à l'acide amygdalique ne changea point; j'observai dans le même tube $\alpha_j = -12°,5$. La chimie nous

---

$\alpha_r = -13°,5$. En multipliant 16,5 par $\frac{23}{30}$, on a 12,65, nombre différant de la valeur de α_r.

5°. Une dissolution d'acide amygdalique m'a donné $\alpha_j = -13°$↖ et $\alpha_r = -10°$↖; en multipliant 13 par $\frac{23}{30}$, on a 9,96.

6°. Une dissolution d'*amygdalate d'ammoniaque* m'a donné $\alpha_j = -64°$↖ et $\alpha_r = -50°,06$↖. Or, $\frac{64.23}{30} = 49,06$.

7°. Une dissolution d'*amygdalate de baryte* m'a donné $\alpha_j = -19°,5$ et $\alpha_r = -15°,5$↖. Or, $\frac{19,5.23}{30} = 14,95$.

8°. La même dissolution, après la séparation de la baryte par l'acide sulfurique, m'a donné $\alpha_j = -18°,5$↖ et $\alpha_r = -14°,5$↖. Or, $\frac{18,5.23}{30} = 14,1$.

9°. Une dissolution d'amygdalate de chaux m'a donné $\alpha_j = -23°$↖ et $\alpha_r = -18°,5$. Or, $\frac{23.23}{30} = 17,63$.

Si les observations précédentes ne suffisent pas pour fixer la loi de rotation propre aux composés amygdaliques, elles montrent cependant que si ces solutions dispersent les plans de polarisation des divers rayons à peu près comme le font le cristal de roche et toutes les substances qui suivent la même loi de rotation, il existe cependant une différence légère que la constance des résultats signalés rend indubitable. C'est aussi ce que m'a prouvé la succession des teintes exprimées dans mes tableaux d'observations, comparées à celles que donnent les autres substances (les solutions tartriques exceptées).

a montré qu'en restituant à l'acide amygdalique l'ammoniaque que la baryte a éliminée de l'amygdaline, on ne refait plus cette dernière substance; l'observation optique nous conduit à une conclusion pareille, car à une même dilution l'amygdaline, avant l'élimination de l'ammoniaque, avait une rotation de $\alpha_j = -9^\circ$ ↖, et après la restitution de l'ammoniaque à l'acide amygdalique, la rotation est de $\alpha_j = -12^\circ,5$ ↖.

» Cette augmentation du pouvoir rotatoire de la molécule amygdalique, pendant la transformation de l'amygdaline en acide amygdalique, était un fait que j'ai dû corroborer par de nouvelles expériences dont voici les résultats :

» Une dissolution contenant 0,15 d'amygdaline fut étendue d'eau de baryte; ce mélange avait un pouvoir de $\alpha_j = -15^\circ,5$ ↖. Après deux heures d'ébullition (l'eau évaporée étant restituée), le pouvoir devint $\alpha_j = -19^\circ,5$ ↖. Une autre dissolution d'amygdaline et de baryte ayant un pouvoir de $\alpha_j = -9^\circ,75$ ↖, en prit un de $\alpha_j = -12^\circ,5$ ↖ après deux heures d'ébullition.

» Enfin, la dissolution d'amygdaline parfaitement pure, qui m'a servi à obtenir le pouvoir moléculaire rotatoire propre à cette substance, étant étendue d'eau de baryte, me donna $\alpha_j = -9^\circ$ ↖, et après l'ébullition, $\alpha_j = -11^\circ$ ↖.

» Toutes ces expériences s'accordent à prouver que le pouvoir rotatoire de la molécule amygdalique s'accroît par le fait de la transformation de l'amygdaline en acide amygdalique.

» L'*acide amygdalique* n'a point encore été obtenu à l'état cristallisé; celui que j'ai observé était sous forme d'une masse gommeuse transparente que j'ai desséchée en l'exposant plusieurs jours à une température de 60 degrés. Malgré ces soins, l'acide que j'ai examiné retenait une proportion d'eau indéterminée, mais je n'ai pas poussé plus loin la dessiccation, pour ne point l'altérer, ce qui aurait eu pour effet de colorer la solution. Comme j'opérais sur un produit qui n'était point cristallisé, les résultats numériques que j'ai obtenus ne doivent être acceptés qu'avec réserve; toutes ces remarques s'appliquent également aux *amygdalates de chaux* et *de zinc* que je n'ai pas obtenus cristallisés.

» L'amygdalate de chaux a été préparé en saturant l'acide amygdalique par un lait de chaux. La dissolution a été obtenue parfaitement limpide en la passant sur un filtre de charbon. L'amygdalate de zinc a été préparé par double décomposition, en précipitant l'amygdalate de chaux par le sulfate de zinc, et en séparant le sulfate de chaux par l'addition d'un peu d'alcool; je l'ai également obtenu sous forme gommeuse; mais quelques observations

nouvelles me font penser qu'avec des précautions on pourrait obtenir ce sel cristallisé, ce qui faciliterait l'étude des amygdalates.

» Dans le Mémoire présenté à l'Académie le 11 janvier 1836, M. Biot a prouvé qu'il y avait combinaison chimique entre l'eau et l'acide tartrique; puisque les propriétés moléculaires du système composé de ces deux corps changeaient avec les proportions des composants, il était important de constater s'il en était de même avec l'acide amygdalique.

» Une solution d'acide ayant une rotation de $\alpha_j = -13^\circ \searrow$ fut étendue de son volume d'eau; le pouvoir observé alors fut exactement $\alpha_j = -6^\circ,5 \searrow$.

» Une solution d'amygdalate de zinc ayant un pouvoir de $\alpha_j = -51^\circ \searrow$ fut étendue de son volume d'eau; la rotation ne fut plus que de $\alpha_j = -25^\circ \searrow$.

» Ces expériences prouvent que l'acide amygdalique ne partage point, avec l'acide tartrique, la propriété de former avec l'eau des combinaisons chimiques infinies que le caractère optique nous révèle.

» *Sur les propriétés optiques des produits dérivés de la salicine.* — J'ai déterminé (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome XVIII, page 298) le pouvoir moléculaire rotatoire de la salicine; il importait d'étudier, sous ce point de vue, les produits les plus remarquables qui dérivent de cette substance.

» L'*hydrure de salycile* (acide salycileux) a été, comme on le sait, obtenu par M. Piria, en faisant agir sur la salicine le bichromate de potasse sous l'influence de l'acide sulfurique étendu. Ce corps est identique, comme M. Dumas l'a montré, avec l'essence de reine-des-prés, et présente de grandes analogies avec l'hydrure de benzoïle.

» J'ai vu que, comme ce dernier corps, il n'exerçait aucune influence sur la lumière polarisée. L'hydrure de salycile que j'ai examiné provenait de l'oxydation de la salicine.

» L'*acide salycilique* a été obtenu par M. Piria, en chauffant de l'hydrure de salicine avec un excès de potasse. M. Gerhardt a vu qu'on obtenait également cet acide en substituant la salicine à l'hydrure de salycile.

» En variant cette expérience, j'ai fait quelques remarques que je crois utile de consigner ici. Dans une dissolution de soude caustique bouillante, j'ai ajouté, par portions, de la salicine qui s'y dissolvait immédiatement avec effervescence. L'alcali étant saturé, il s'est déposé une substance insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther, soluble dans les alcalis caustiques se présentant sous l'apparence d'une résine; cette substance est la *salyrétine*. En distillant les liqueurs saturées, j'ai obtenu quelques traces d'hydrure

de salycile. Il s'est de plus déposé, avec le temps, un précipité d'une belle couleur rouge-brique.

» Cette expérience nous prouve qu'à l'aide des alcalis caustiques, on peut transformer la salycile en *salyrétine,* en hydrure de salycile et en acide salycilique; produits dérivés de la salicine qui avaient été obtenus, soit par l'action des acides, soit par une réaction oxydante.

» La salyrétine, l'acide salycilique, de même que l'hydrure de salycile et la salygénine, sont sans influence sur la lumière polarisée. Jusqu'ici on n'a obtenu, du dédoublement de la salicine, qu'un seul produit exerçant la rotation, c'est le *glucose.*

Résumé.

» 1°. L'acide amygdalique, les amygdalates, et l'amygdaline dont ils dérivent, dévient à gauche les rayons de la lumière polarisée;

» 2°. La loi de rotation, propre aux composés amygdaliques, se rapproche beaucoup de celle propre au cristal de roche et à la pluralité des substances actives, mais il existe une différence légère que j'ai appréciée;

» 3°. L'acide tartrique et l'acide amygdalique sont les seuls acides qui, jusqu'ici, ont été reconnus avoir de l'action sur la lumière polarisée : l'acide tartrique en solution exerce la rotation à droite, et l'acide amygdalique à gauche;

» 4°. L'hydrure de salycile, la salygénine, la salyrétine, l'acide salycilique, sont sans action sur la lumière polarisée. »

M. Louyer adresse, de Bruxelles, une *Notice sur le zincage voltaïque du fer.*

Déjà, en 1843, M. Louyer avait donné, dans le *Bulletin du Musée de l'Industrie de Bruxelles,* un procédé de zincage, mais l'expérience n'avait pas tardé à lui faire reconnaître que ce procédé laissait encore beaucoup à désirer, et que l'adhérence entre les deux métaux était loin d'être complète sur toute la surface. En effet, le fer zinqué par sa méthode, après avoir été exposé quelque temps aux influences atmosphériques, présentait, d'espace en espace, des taches de rouille très-prononcées. Un succès beaucoup plus complet ayant été obtenu en Angleterre, M. Louyer fut curieux de connaître le procédé employé, et très-surpris d'apprendre qu'il ne différait guère du sien que par une circonstance en apparence peu importante.

M. Louyer avait pensé qu'il en devait être pour le zincage comme pour l'argenture et la dorure voltaïques, et il avait, suivant le précepte donné par ceux qui pratiquent ces deux opérations, maintenu toujours le bain à l'état

alcalin. L'ingénieur anglais, au contraire, recommandait que la dissolution de sulfate de zinc fût plutôt acide qu'alcaline. En se conformant à cette nouvelle indication, M. Louyer a complétement réussi, et il croit pouvoir se rendre compte de cette différence dans les résultats en supposant que l'acidité du bain prévient la formation, à la surface du fer, d'une légère couche d'oxyde qui empêcherait l'adhérence des deux métaux.

M. Louyer termine sa Note par l'indication de quelques expériences qui l'ont conduit à penser que, pour le zincage, la quantité de métal déposé ne dépendrait pas seulement, comme pour la dorure et l'argenture voltaïques, de l'étendue de la surface à recouvrir et du temps employé à l'opération, mais que *la masse* de l'objet à zinquer entrerait aussi pour quelque chose dans le résultat.

L'Académie a décidé qu'il serait fait une enquête concernant les traits caractéristiques de la trombe qui, le 22 octobre dernier, ravagea la ville de Cette et les environs. La Section de Physique, à laquelle M. Arago s'adjoindra, posera les questions.

Le **Secrétaire** écrira, au nom de l'Académie, à M. **Boisse**, directeur des mines de Carmaux, pour lui demander quelques nouveaux détails, touchant la chute d'un aérolithe qui a eu lieu le 21 octobre dernier, aux environs de Layssac.

M. **Schumacher** annonce à M. Arago que le Roi de Danemark est dans l'intention de proposer un prix pour la détermination la plus exacte de l'orbite de la comète de 1585, calculée sur les observations de Tycho.

M. **Gaultier de Claubry** prie l'Académie de vouloir bien compléter la Commission qui a été chargée de l'examen d'un Mémoire qu'il lui a précédemment présenté sur un nouveau procédé d'analyse organique. M. Regnault remplacera, dans cette Commission, M. *Thenard* absent.

A quatre heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. A.

ERRATUM.

(Séance du 18 novembre 1844.)

Page 1088, ligne 14 : *au lieu de* M. Kanner, *lisez* M. Kranner.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 21; in-4°.

Annales des Sciences naturelles; par MM. MILNE EDWARDS, AD. BRONGNIART *et* DECAISNE; octobre 1844; in-8°.

Rapport adressé à M. le Ministre de l'Instruction publique; par M. MILNE EDWARDS, *membre de l'Institut, chargé d'une mission scientifique en Sicile; suivi d'une Note de* M. DE QUATREFAGES; 1 feuille in-8°.

Destruction de la Peste, Lazarets et Quarantaines; par M. HAMONT; broch. in-8°.

Sur les Courbes parallèles à l'ellipse; par M. BRETON; ½ feuille in-8°.

Annales forestières; novembre 1844; in-8°.

Société royale et centrale d'Agriculture. — Bulletin des Séances; Compte rendu mensuel; par M. LECLERC-THOUIN; tome IV, n° 10; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique et de Jardinage, publié sous la direction de M. BIXIO; novembre 1844; in-8°.

Journal de Chirurgie; par M. MALGAIGNE; novembre 1844; in-8°.

Mémoire sur les Quadratures; par M. MENABREA. Turin, 1844; in-4°.

Recherches expérimentales relatives à l'action des Huiles grasses sur l'Économie animale; par M. GLUGE; broch. in-8°.

Pleuro-pneumonie interlobulaire exsudative de l'espèce bovine; par le même; in-8°.

Réponse de M. E. ALBERI *à un article de* M. le professeur G. LIBRI, *sur la question agitée à Florence au sujet des travaux de Galilée et de Renieri sur les satellites de Jupiter, travaux conservés parmi les manuscrits de Galilée dans la bibliothèque particulière de S. A. I.* et *R. le grand-duc de Toscane;* ½ feuille in-8°.

Address... *Adresse au Maire de Southampton et aux membres du Comité du Puits artésien; par* M. BUCKLAND, professeur de Minéralogie à Oxford; in-8°.

The Edinburgh... *Nouveau Journal philosophique, Sciences et Arts d'Édimbourg, publié sous la direction de* M. JAMESSON; juillet-octobre 1844; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 520; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 47; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 135 à 137; in-fol.

L'Écho du Monde savant; n°s 38 et 39.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur quelques formules relatives aux différences finies; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Les équations symboliques offrent un moyen facile d'obtenir un grand nombre de formules relatives au calcul des différences finies et de développer les fonctions en séries. Lorsque les développements ainsi obtenus se trouvent composés d'un nombre fini de termes, le théorème fondamental, relatif à la multiplication des lettres caractéristiques, suffit ordinairement pour prouver que ces développements représentent les fonctions elles-mêmes. Mais, lorsque les développements s'étendent à l'infini, les formules obtenues, comme je l'ai dit ailleurs, ne se trouvent plus établies que par induction, et ne subsistent plus que sous certaines conditions déterminées. Or, ces conditions se réduisent, dans un grand nombre de cas, à celles qui expriment que les séries demeurent convergentes. C'est ce que l'on peut démontrer en particulier, comme on le verra dans le présent Mémoire, à l'égard de quelques formules remarquables, dont l'une a été donnée par Maclaurin, et sert à développer une intégrale aux différences finies en une série dont le premier terme est une intégrale aux différences infiniment petites.

ANALYSE.

§ Ier. — *Considérations générales.*

» Soient $\mathrm{f}(x)$ une fonction donnée de la variable x, et

$$\Delta x = h$$

la différence finie de cette variable. L'équation

$$\mathrm{f}(x+h) = \mathrm{f}(x) + \Delta\mathrm{f}(x)$$

pourra être présentée sous la forme symbolique

$$\mathrm{f}(x+h) = (1+\Delta)\mathrm{f}(x), \tag{1}$$

et l'on tirera de cette dernière formule

$$\mathrm{f}(x+mh) = (1+\Delta)^m\mathrm{f}(x), \tag{2}$$

m étant un nombre entier quelconque. D'ailleurs, si l'on représente par la lettre Δ non plus une caractéristique, mais une véritable quantité, on aura identiquement

$$(1+\Delta)^m = 1 + \frac{m}{1}\Delta + \frac{m(m-1)}{1.2}\Delta^2 + \ldots, \tag{3}$$

$$\left\{\begin{aligned} 1 &= (1+\Delta-\Delta)^m \\ &= (1+\Delta)^m - \frac{m}{1}\Delta(1+\Delta)^{m-1} + \frac{m(m-1)}{1.2}\Delta^2(1+\Delta)^{m-2} - \ldots; \end{aligned}\right. \tag{4}$$

et, suivant un *théorème fondamental* facile à établir, *les règles relatives à la multiplication des lettres caractéristiques ne diffèrent pas des règles relatives à la multiplication des quantités.* Donc, les formules (3), (4) continueront de subsister si Δ, au lieu de représenter une quantité, est une lettre caractéristique et indique une différence finie; de sorte qu'on aura encore

$$(1+\Delta)^m\mathrm{f}(x) = \left(1 + \frac{m}{1}\Delta + \frac{m(m-1)}{1.2}\Delta^2 + \ldots\right)\mathrm{f}(x), \tag{5}$$

et

$$\mathrm{f}(x) = \left[(1+\Delta)^m - \frac{m}{1}\Delta(1+\Delta)^{m-1} + \frac{m(m-1)}{1.2}\Delta^2(1+\Delta)^{m-2} - \ldots\right]\mathrm{f}(x), \tag{6}$$

ou, ce qui revient au même,

$$(7) \qquad f(x+mh)=f(x)+\frac{m}{1}\Delta f(x)+\frac{m(m-1)}{1.2}\Delta^2 f(x)+\ldots,$$

$$(8) \quad f(x)=f(x+mh)-\frac{m}{1}\Delta f(x+\overline{m-1}h)+\frac{m(m-1)}{1.2}\Delta^2 f(x+\overline{m-2}h)-\ldots.$$

Ajoutons que si l'on remplace x par $x-mh$ dans la formule (8), on en tirera

$$(9) \qquad f(x-mh)=f(x)-\frac{m}{1}\Delta f(x-h)+\frac{m(m-1)}{1.2}\Delta^2 f(x-2h)+\ldots.$$

Ainsi, le théorème fondamental, relatif à la multiplication des lettres caractéristiques fournit immédiatement les formules (7), (8), (9), qui coïncident avec celles qu'on obtient lorsqu'on développe suivant les puissances ascendantes de Δ les binômes

$$(1+\Delta)^m, \quad (\overline{1+\Delta}-\Delta)^m, \quad \left(1-\frac{\Delta}{1+\Delta}\right)^m,$$

dans les seconds membres des équations symboliques

$$f(x+mh)=(1+\Delta)^m f(x),$$
$$f(x)=(\overline{1+\Delta}-\Delta)^m f(x),$$
$$f(x-mh)=\left(1-\frac{\Delta}{1+\Delta}\right)^m f(x),$$

dont la dernière peut être réduite à

$$f(x-mh)=(1+\Delta)^{-m} f(x).$$

Remarquons, d'ailleurs, que celle-ci est précisément celle en laquelle se transforme l'équation (2), quand on remplace m par $-m$.

» On pourrait encore, du théorème fondamental que nous venons de rappeler, déduire un grand nombre de formules déjà connues pour la plupart, et en particulier la suivante

$$\Delta^m[\varphi(x)\chi(x)]=$$
$$\Delta^m\varphi(x)+\frac{m}{1}\Delta\chi(x)\Delta^{m-1}\varphi(x+h)+\frac{m(m-1)}{1.2}\Delta^2\chi(x)\Delta^{m-2}\varphi(x+2h)+\ldots,$$

qui, lorsqu'on passe des différences finies aux différences infiniment petites,

reproduit l'équation

$$D^m(uv) = u\,D^m v + \frac{m}{1} Du\,D^{m-1} v + \frac{m(m-1)}{1.2} D^2 u\,D^{m-2} v + \ldots.$$

» Concevons maintenant que, dans les formules (7), (8), (9), m devienne négatif; ou, ce qui revient au même, concevons que l'on remplace dans ces formules m par $-m$. Alors les formules (7) et (9) deviendront

$$(10)\quad f(x - mh) = f(x) - \frac{m}{1}\Delta f(x) + \frac{m(m+1)}{1.2}\Delta^2 f(x) - \ldots,$$

$$(11)\quad f(x + mh) = f(x) + \frac{m}{1}\Delta f(x-h) + \frac{m(m+1)}{1.2}\Delta^2 f(x-2h) + \ldots;$$

et les séries comprises dans leurs seconds membres seront, pour des valeurs positives de m, composées d'un nombre infini de termes. Ainsi, par exemple, pour $m = 1$, la formule (11) donnera

$$(12)\qquad f(x-h) = f(x) - \Delta f(x) + \Delta^2 f(x) - \Delta^3 f(x) + \ldots.$$

Cela posé, les formules (10) et (11) ne pourront évidemment subsister qu'autant que les séries comprises dans leurs seconds membres seront convergentes. J'ajoute que, sous cette condition, elles subsisteront toujours. Effectivement, supposons convergente la série comprise dans le second membre de l'une de ces formules, par exemple de la formule (10); et représentons par $\varphi(x)$ la somme de cette série, en sorte qu'on ait

$$(13)\qquad \varphi(x) = f(x) - \frac{m}{1}\Delta f(x) + \frac{m(m+1)}{1.2}\Delta^2 f(x) - \text{etc.}$$

On en conclura

$$\varphi(x + mh) = f(x + mh) - \frac{m}{1}\Delta f(x + mh) + \ldots,$$

ou, ce qui revient au même,

$$\varphi(x + mh) = (1+\Delta)^m \left[1 - \frac{m}{1}\Delta + \frac{m(m+1)}{1.2}\Delta^2 - \ldots\right] f(x).$$

Mais, en vertu du théorème fondamental ci-dessus rappelé, on a identiquement

$$(1+\Delta)^m \left[1 - \frac{m}{1}\Delta + \frac{m(m+1)}{1.2}\Delta^2 - \ldots\right] = (1+\Delta)^m (1+\Delta)^{-m} = 1.$$

Donc, on aura en définitive

$$\varphi(x+mh) = \mathrm{f}(x),$$

et par suite

$$\varphi(x) = \mathrm{f}(x-mh);$$

en sorte que l'équation (13) pourra être réduite à la formule (10). On démontrerait, de la même manière, que la formule (11) est toujours exacte dans le cas où la série que renferme le second membre de cette formule est convergente.

» Des remarques analogues peuvent être appliquées aux équations déduites des formules symboliques propres à représenter les intégrales des équations linéaires aux différences finies. Entrons, à ce sujet, dans quelques détails.

» Si l'on désigne par $F(\Delta)$ une fonction entière de Δ, puis par $\mathrm{f}(x)$ et par u deux fonctions, l'une connue, l'autre inconnue de la variable x; une équation linéaire aux différences finies et à coefficients constants, entre u et x, pourra être présentée sous la forme symbolique

$$F(\Delta)\,u = \mathrm{f}(x). \tag{14}$$

De cette dernière équation, résolue symboliquement, on tirera

$$u = \frac{\mathrm{f}(x)}{F(\Delta)}. \tag{15}$$

D'ailleurs la formule de Taylor donne

$$\Delta\,\mathrm{f}(x) = (e^{hD} - 1)\,\mathrm{f}(x),$$

ou, ce qui revient au même,

$$\Delta = e^{hD-1}.$$

Donc l'équation (6) peut s'écrire comme il suit

$$u = \frac{\mathrm{f}(x)}{F(e^{hD}-1)}. \tag{16}$$

Ce n'est pas tout : si, en nommant x^m la plus haute puissance de x qui divise algébriquement la fonction $F(x)$, on représente par

$$k_{-m}x^{-m} + k_{-m+1}x^{-m+1} + \ldots + k_{-1}x^{-1} + k_0 x^0 + k_1 x + k_2 x^2 + \text{etc}\ldots$$

le développement du rapport

$$\frac{1}{F(e^x - 1)}$$

suivant les puissances ascendantes de x, la formule (16) se trouvera réduite à la suivante

$$(17)\quad \begin{aligned} u = {} & k_0 + k_1 h \mathrm{D}\,f(x) + k_2 h^2 \mathrm{D}^2 f(x) + \ldots \\ & + k_{-1} h^{-1} \mathrm{D}^{-1} f(x) + k_{-2} h^{-2} \mathrm{D}^{-2} f(x) \ldots + k_{-m} h^{-m} \mathrm{D}^{-m} f(x), \end{aligned}$$

dans laquelle on aura

$$\mathrm{D}^{-1} f(x) = \int f(x)\,dx, \quad \mathrm{D}^{-2} f(x) = \int\int f(x)\,dx^2, \text{ etc.}$$

Il est donc à présumer que la formule (17) fournira, du moins sous certaines conditions, une intégrale particulière de l'équation (16); et l'on peut observer encore que, s'il en est ainsi, on déduira aisément de cette intégrale particulière l'intégrale générale de l'équation (16), en ajoutant à l'intégrale particulière dont il s'agit l'intégrale générale de l'équation linéaire

$$F(\Delta)u = 0.$$

Mais il importe de rechercher quelles sont précisément les conditions sous esquelles subsistera la formule (17), et de prouver que ces conditions se réduisent à celles qui expriment que la série comprise dans le second membre est convergente. Pour montrer comment l'on peut y parvenir, examinons en particulier le cas où l'on a simplement

$$F(\Delta) = \Delta.$$

Alors la formule (14) se trouvera réduite à l'équation

$$(18)\quad \Delta u = f(x),$$

dont l'intégrale générale sera

$$u = \Sigma f(x).$$

De plus, la formule (16) deviendra

$$u = \frac{f(x)}{e^{h\mathrm{D}} - 1},$$

et comme on a, pour un module de x inférieur à 2π,

$$\frac{1}{e^x - 1} = \frac{1}{x} - \frac{1}{2} + \frac{c_1}{1.2}x - \frac{c_2}{1.2.3.4}x^2 + \ldots,$$

$c_1, c_2, c_3, \ldots$ désignant les nombres de Bernoulli, c'est-à-dire les rapports

$$\frac{1}{6}, \frac{1}{30}, \frac{1}{42}, \ldots,$$

l'équation (17) se réduira simplement à la suivante :

$$(19)\quad u = h^{-1}\int f(x)\,dx - \tfrac{1}{2}f(x) + \frac{c_1}{1.2}h\,\mathrm{D}f(x) - \frac{c_2}{1.2.3.4}h^2\mathrm{D}^2f(x) + \ldots.$$

D'ailleurs, pour que l'équation (19) subsiste, il sera d'abord nécessaire que la série comprise dans son second membre demeure convergente ; et comme le module de cette série ne différera pas du module de celle qui aurait pour terme général

$$\left(\frac{h}{2\pi}\right)^n \mathrm{D}^n f(x),$$

il est clair que la convergence de la série comprise dans le second membre de l'équation (19) entraînera la convergence du développement de $f(x+z)$ pour une valeur quelconque de z. Donc l'équation (19) ne peut subsister que dans le cas où $f(x+z)$ est toujours développable suivant les puissances ascendantes de z, et par conséquent dans le cas où $f(x)$ est une fonction toujours continue de la variable x. J'ajoute que, dans ce même cas, la valeur de u, donnée par la formule (19), représentera nécessairement une intégrale particulière de l'équation (18). En effet, on tirera de cette équation

$$(20)\quad \Delta u = h^{-1}\int_x^{x+h} f(z)\,dz - \frac{1}{2}\Delta f(x) + \frac{c_1}{1.2}h\Delta\mathrm{D}f(x) - \frac{c_2}{1.2.3.4}h^2\Delta\mathrm{D}^2f(x) + \ldots,$$

les valeurs de $\Delta f(x)$, $\Delta\mathrm{D}f(x)$, ... étant

$$\Delta f(x) = f(x+h) - f(x), \quad \Delta\mathrm{D}f(x) = \mathrm{D}f(x+h) - \mathrm{D}f(x), \ldots$$

Or, dans l'hypothèse admise, le second membre de la formule (20) sera une fonction toujours continue de h. On pourra donc développer ce second membre en une série convergente ordonnée suivant les puissances ascendantes

de h; et, si l'on représente par

$$k_0,\quad k_1 h,\quad k_2 h^2,\ldots$$

le développement ainsi obtenu, on aura identiquement,

$$(21)\quad \left\{ \begin{aligned} &\Delta u = k_0 + k_1 h + k_2 h^2 + \ldots = \int_x^{x+h} \mathrm{f}(z)\,dz \\ &- \tfrac{1}{2}[\mathrm{f}(x+h) - \mathrm{f}(x)] + \frac{c_1}{1.2} h [\mathrm{D}\,\mathrm{f}(x+h) - \mathrm{D}\,\mathrm{f}(x)] + \ldots. \end{aligned} \right.$$

Si maintenant on différentie plusieurs fois de suite par rapport à la quantité h l'équation (21), et si l'on pose après les différentiations $h = 0$, alors, en ayant égard aux propriétés connues des nombres de Bernoulli, on tirera des formules (20) et (21)

$$k_0 = \mathrm{f}(x),\quad k_1 = 0,\quad k_2 = 0,\ \text{etc.}$$

On arriverait aussi à la même conclusion en observant que le développement du rapport

$$\frac{\Delta}{e^{h\mathrm{D}} - 1} = (e^{h\mathrm{D}} - 1)\,(e^{h\mathrm{D}} - 1)^{-1},$$

suivant les puissances ascendantes de h, doit se réduire identiquement à l'unité. Donc l'équation (21) donnera simplement

$$\Delta u = \mathrm{f}(x).$$

Donc, lorsque la série comprise dans le second membre de la formule (19) sera convergente, la valeur de u, donnée par cette formule, sera une intégrale particulière de l'équation (18), et l'intégrale générale de la même équation sera

$$(22)\qquad \Sigma \mathrm{F}(x) = u + \Pi(x),$$

$\Pi(x)$ désignant une fonction périodique qui ne change pas de valeur quand la variable x reçoit un accroissement représenté par h.

§ II. — *Application des formules établies dans le premier paragraphe.*

» Si l'on suppose que la fonction jusqu'ici désignée par $\mathrm{f}(x)$ se réduise à l'exponentielle

$$e^{ax},$$

a désignant une quantité constante, on reconnaîtra que dans ce cas la formule de Maclaurin, c'est-à-dire la formule (19) du § Ier, subsiste pour un module de h inférieur au module de $\frac{2\pi}{a}$. De plus, dans la même hypothèse, les formules (10) et (11) du § Ier subsisteront, la première pour un module de $e^{ah}-1$ inférieur à l'unité, la seconde pour un module de $e^{-ah}-1$ inférieur à l'unité.

» Concevons maintenant que l'on pose $\Delta x = 1$, et de plus

$$(1) \qquad \mathrm{f}(x) = \frac{\Gamma(a+x)}{\Gamma(a-b)\Gamma(b+x+1)}.$$

Alors, en ayant égard à la formule connue

$$\Gamma(x+1) = x\,\Gamma(x),$$

on trouvera

$$(2) \qquad \Delta\,\mathrm{f}(x) = \frac{\Gamma(a+x)}{\Gamma(a-b-1)\Gamma(b+x+2)},$$

et généralement, pour une valeur quelconque du nombre entier n,

$$(3) \qquad \Delta^n\,\mathrm{f}(x) = \frac{\Gamma(a+x)}{\Gamma(a-b-n)\Gamma(b+x+n+1)}.$$

Enfin, eu égard à l'équation

$$\Gamma(x)\Gamma(1-x) = \frac{\pi}{\sin \pi x},$$

qui subsiste pour une valeur quelconque de x, on pourra réduire la formule (3) à celle-ci:

$$(4) \qquad \Delta^n\,\mathrm{f}(x) = (-1)^n \frac{\pi}{\sin(a-b)\pi}\,\frac{\Gamma(a+x)\Gamma(n-a+b+1)}{\Gamma(n+x+b+1)}.$$

D'autre part, $h = \Delta x$ étant réduit à l'unité, les formules (10) et (11) du § Ier donneront

$$(5) \qquad \mathrm{f}(x-m) = \mathrm{f}(x) - \frac{m}{1}\Delta\,\mathrm{f}(x) + \frac{m(m+1)}{1.2}\Delta^2\,\mathrm{f}(x) - \ldots,$$

$$(6) \qquad \mathrm{f}(x+m) = \mathrm{f}(x) + \frac{m}{1}\Delta\,\mathrm{f}(x-1) + \frac{m(m+1)}{1.2}\Delta^2\,\mathrm{f}(x-2)\ldots$$

Or, dans le second membre de l'équation (5), le terme général sera

$$(-1)^n \frac{m(m+1)\ldots(m+n-1)}{1.2\ldots n} \Delta^n f(x) = (-1)^n \frac{\Gamma(m+n)}{\Gamma(m)\Gamma(n+1)} \Delta^n f(x).$$

Donc, eu égard à la formule (4), ce terme général ne différera pas du produit

$$\frac{\pi}{\sin(a-b)\pi} \frac{\Gamma(a+x)}{\Gamma(m)} \frac{\Gamma(n+m)}{\Gamma(n+1)} \frac{\Gamma(n-a+b+1)}{\Gamma(n+x+b+1)},$$

qui, considéré comme fonction de n, est proportionnel au suivant

$$\frac{\Gamma(n+m)}{\Gamma(n+1)} \frac{\Gamma(n-a+b+1)}{\Gamma(n+x+b+1)}.$$

D'ailleurs, pour de grandes valeurs de n, on a sensiblement

$$\frac{\Gamma(n+a)}{\Gamma(n+b)} = n^{a-b},$$

$$\frac{\Gamma(n+m)}{\Gamma(n+1)} \frac{\Gamma(n-a+b+1)}{\Gamma(n+x+b+1)} = n^{m-a-x-1};$$

et la série qui a pour terme général la quantité

$$n^{m-a-x-1}$$

est convergente ou divergente, suivant que l'on a

$$m-a-x<0$$

ou

$$m-a-x>0.$$

Donc, dans l'hypothèse admise, la série que renferme le second membre de l'équation (5) sera elle-même convergente ou divergente, et la formule (5) sera ou ne sera pas vérifiée, suivant que la différence $m-a-x$ sera inférieure ou supérieure à l'unité, c'est-à-dire suivant que l'on aura

$$x>m-a,$$

ou

$$x<m-a.$$

» Si de la formule (5) on passe à la formule (6), alors, à la place de l'é-

quation (3) on obtiendra la suivante

$$(7)\qquad \Delta^n \mathrm{f}(x-n) = \frac{\Gamma(a+x-n)}{\Gamma(a-b-n)\,\Gamma(b+x+1)},$$

que l'on pourra réduire à

$$(8)\qquad \Delta^n \mathrm{f}(x-n) = \frac{\sin(a+x)\pi}{\sin(a-b)\pi}\,\frac{\Gamma(n-a+b+1)}{\Gamma(b+x+1)\,\Gamma(n-a-x+1)},$$

et par suite la formule (6) sera ou ne sera pas vérifiée, suivant que la quantité

$$m+b+x-1$$

sera inférieure ou supérieure à -1, c'est-à-dire en d'autres termes, suivant que l'on aura

$$x+m+b<0,$$

ou

$$x+m+b>0.$$

» Concevons maintenant que dans la formule (1) on pose

$$a=s,\quad b=0,$$

et que l'on prenne pour valeur de x un nombre entier; alors la fonction $\mathrm{f}(x)$ se réduira simplement à la valeur de $[s]_x$, déterminée par la formule

$$[s]_x = \frac{s(s+1)\ldots(s+x-1)}{1.2\ldots x},$$

et l'équation (5) donnera

$$(9)\qquad [s]_{x-m} = [s]_x - \frac{m}{1}\,\Delta[s]_x + \frac{n(m-1)}{1.2}\,\Delta^2[s]_x - \text{etc.}$$

De plus, comme on tirera de la formule (2)

$$\Delta^n[s]_x = [s-n]_{x+n},$$

la formule (9) se réduira simplement à la suivante :

$$(10)\qquad [s]_{x-m} = [s]_x - \frac{m}{1}[s-1]_{x+1} + \frac{m(m+1)}{1.2}[s-2]_{x+2} - \ldots.$$

Enfin, d'après ce qui a été dit ci-dessus, la formule (10) sera ou ne sera pas

vérifiée, suivant que l'on aura

$$x > m - s,$$

ou

$$x < m - s.$$

Ajoutons que si l'on remplace m par $-m$, on tirera des formules (5) et (6), quelle que soit la valeur entière de x,

$$(11) \left\{ \begin{array}{l} [s]_{x+m} = [s]_x + \frac{m}{1}[s-1]_{x+1} + \frac{m(m-1)}{1.2}[s-2]_{x+2} + \ldots, \\ \text{et} \\ [s]_{x-m} = [s]_x - \frac{m}{1}[s-1]_x + \frac{m(m-1)}{1.2}[s-2]_x - \text{etc.} \ldots. \end{array} \right.$$ »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur plusieurs nouvelles formules qui sont relatives au développement des fonctions en séries; par* M. **Augustin Cauchy.**

« J'ai donné, dans la dernière séance, une nouvelle formule générale qui se rapporte au développement des fonctions en séries; j'ai reconnu depuis que cette nouvelle formule peut être transformée en deux autres tout aussi générales, mais plus simples encore, qui s'appliquent avec beaucoup d'avantage aux calculs astronomiques. J'ai d'ailleurs trouvé les conditions précises sous lesquelles les trois formules subsistent, et les modifications qu'on doit leur faire subir pour les rendre rigoureuses, quand elles fournissent seulement des valeurs approchées des fonctions que l'on considère. Enfin, je suis parvenu à divers moyens d'établir directement ces formules. Tel est l'objet du présent Mémoire. Les résultats nouveaux qu'il renferme, et leur évidente utilité me donnent lieu d'espérer qu'il sera favorablement accueilli par les géomètres.

ANALYSE.

§ Ier. — *Recherche et démonstration des nouvelles formules.*

» Nommons $F(x)$ une fonction donnée de la variable x, et concevons que, pour des valeurs de x comprises entre certaines limites, le coefficient de x^m dans le développement de $F(x)$ en série ordonnée suivant les puissances entières, positives, nulle et négatives de x, soit représenté par A_m, en

sorte qu'on ait

(1) $$F(x) = \Sigma A_m x^m,$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières de m. Supposons d'ailleurs la fonction $F(x)$ décomposée en deux facteurs dont l'un se trouve représenté par $f(x)$, l'autre par $\varphi(\theta x)$, θ désignant une constante qui pourra se réduire à l'unité. Soit, en conséquence,

(2) $$F(x) = \varphi(\theta x) f(x),$$

et posons encore

(3) $$\varphi(x) = \Sigma k_m x^m, \quad f(x) = \Sigma a_m x^m,$$

les sommes qu'indique le signe Σ s'étendant toujours à toutes les valeurs entières, positives, nulle et négatives de m. On tirera de la formule (2), en désignant par n une valeur particulière de m,

(4) $$A_n = \ldots a_{-1} k_{n+1} \theta^{n+1} + a_0 k_n + a_1 k_{n-1} \theta^{n-1} + \ldots,$$

et l'on pourra encore présenter l'équation (4) sous l'une ou l'autre des deux formes

(5) $$A_n = \Sigma a_m k_{n-m} \theta^{n-m},$$

(6) $$A_n = \Sigma a_{-m} k_{n+m} \theta^{n+m}.$$

Or, de l'équation (6) on peut immédiatement déduire les trois nouvelles formules qui sont l'objet spécial de ce Mémoire, et dont l'une a été déjà obtenue dans la dernière séance, en opérant comme il suit.

» Considérons k_{n+m} comme fonction de m, et supposons que la fonction de x, représentée par k_{n+x}, reste continue avec sa dérivée pour tout module de x inférieur à $\pm m$. La formule de Taylor donnera

(7) $$k_{n+m} = k_n + \frac{m}{1} D_n k_n + \frac{m^2}{1.2} D_n^2 k_n + \ldots.$$

De plus, les deux équations

(8) $$k_{n+m} = k_n + \frac{m}{1} \Delta k_n + \frac{m(m-1)}{1.2} \Delta^2 k_n + \ldots,$$

(9) $$k_{n+m} = k_n + \frac{m}{1} \Delta k_{n-1} + \frac{m(m+1)}{1.2} \Delta^2 k_{n-2} + \ldots,$$

subsistent généralement l'une et l'autre pour toutes les valeurs de m qui permettent aux séries que ces équations renferment d'être convergentes. Cela posé, concevons que l'on combine l'équation (6) avec l'une des formules (7), (8), (9), et supposons que a_{-m} se réduise à zéro, pour toute valeur de m qui rend divergente la série comprise dans le second membre de la formule que l'on considère. On trouvera successivement

$$(10)\quad A_n = \theta^n \left[k_n \Sigma a_{-m} \theta^m + \frac{D_n k_n}{1} \Sigma m a_{-m} \theta^m + \frac{D_n^2 k_n}{1.2} \Sigma m^2 a_{-m} \theta^m + \ldots \right],$$

$$(11)\quad A_n = \theta^n \left[k_n \Sigma a_{-m} \theta^m + \frac{\Delta k_n}{1} \Sigma m a_{-m} \theta^m + \frac{\Delta^2 k_n}{1.2} \Sigma m(m-1) a_{-m} \theta^m + \ldots \right],$$

$$(12)\quad A_n = \theta^n \left[k_n \Sigma a_{-m} \theta^m + \frac{\Delta k_{n-1}}{1} \Sigma m a_{-m} \theta^m + \frac{\Delta^2 k_{n-2}}{1.2} \Sigma m(m+1) a_{-m} \theta^m + \ldots \right].$$

D'ailleurs, la seconde des équations (3) peut s'écrire comme il suit :

$$(13)\qquad f(x) = \Sigma a_{-m} x^{-m},$$

et de cette dernière on tire, non-seulement

$$(14)\qquad \Sigma m^n a_{-m} x^{-m} = (-1)^n f_n(x),$$

les fonctions

$$f(x),\quad f_1(x),\quad f_2(x), \ldots$$

étant déduites les unes des autres à l'aide de la formule

$$f_n(x) = x D_x f_{n-1}(x);$$

mais encore

$$\Sigma m(m+1)\ldots(m+n-1) a_{-m} x^{-m} = (-1)^n x^n D_x^n f(x),$$

ou, ce qui revient au même,

$$(15)\qquad \Sigma m(m+1)\ldots(m+n-1) a_{-m} x^{-m} = (-1)^n x^n f_n(x),$$

et de plus

$$f\left(\frac{1}{x}\right) = \Sigma a_{-m} x^m,$$

par conséquent

$$(16)\qquad \Sigma m(m-1)\ldots(m-n+1) a_{-m} x^m = x^n D_x^n f\left(\frac{1}{x}\right).$$

Si maintenant on pose $x = \theta^{-1}$ dans les formules (14), (15), et $x = \theta$ dans la formule (16), on trouvera

$$\Sigma\, m^n\, a_{-m}\, \theta^m = \mathrm{f}_n(\theta^{-1}),$$
$$\Sigma m(m+1)\ldots(m+n-1)a_{-m}\,\theta^m = (-1)^n\,\theta^{-n}\,\mathrm{f}_n(\theta^{-1}),$$
$$\Sigma m(m-1)\ldots(m-n+1)a_{-m}\,\theta^m = \theta^n\,\mathrm{D}_\theta^n\,\mathrm{f}(\theta^{-1}),$$

et par suite les équations (10), (11), (12) donneront

$$(17)\qquad \mathrm{A}_n = \theta^n\left[k_n\,\mathrm{f}(\theta^{-1}) - \frac{\mathrm{D}_n\,k_n}{1}\,\mathrm{f}_1(\theta^{-1}) + \frac{\mathrm{D}_n^2 k_n}{1.2}\,\mathrm{f}_2(\theta^{-1}) + \ldots\right],$$

$$(18)\qquad \mathrm{A}_n = \theta^n\left[k_n\,\mathrm{f}(\theta^{-1}) + \frac{\theta}{1}\,\Delta k_n\,\mathrm{D}_\theta\,\mathrm{f}(\theta^{-1}) + \frac{\theta^2}{1.2}\,\Delta^2\,k_n\,\mathrm{D}_\theta^2\,\mathrm{f}(\theta^{-1}) + \ldots\right],$$

$$(19)\qquad \mathrm{A}_n = \theta^n\left[k_n\,\mathrm{f}(\theta^{-1}) - \frac{\theta^{-1}}{1}\,\Delta k_{n-1}\,\mathrm{f}'(\theta^{-1}) + \frac{\theta^{-2}}{1.2}\,\Delta^2 k_{n-2}\,\mathrm{f}''(\theta^{-1}) - \ldots\right].$$

» Considérons spécialement le cas où le développement de $\mathrm{f}(x)$ renferme seulement des puissances négatives de x. Dans ce cas, a_{-m} ne cessera d'être nul que pour des valeurs positives de m; et comme, pour de telles valeurs, la formule (8) se vérifie toujours, le second membre de cette formule étant alors réduit à un nombre fini de termes, on pourra compter sur l'exactitude de la formule (18).

» Si l'on suppose, en particulier,

$$\varphi(x) = (1-x)^{-s},$$

alors en faisant, pour abréger,

$$[s]_n = \frac{s(s+1)\ldots(s+n-1)}{1.2\ldots n},$$

on aura

$$k_n = [s]_n,\quad \Delta^m\,k_n = [s-m]_{n+m},$$

et l'on tirera de la formule (18)

$$(20)\ \mathrm{A}_n = \theta^n\left\{[s]_n\mathrm{f}(\theta^{-1}) + [s-1]_{n+1}\frac{\theta}{1}\mathrm{D}_\theta\mathrm{f}(\theta^{-1}) + [s-2]_{n+2}\frac{\theta^2}{1.2}\mathrm{D}_\theta^2\mathrm{f}(\theta^{-2}) + \ldots\right\},$$

ou, ce qui revient au même,

$$(21)\ \mathrm{A}_n = [s]_n\theta^n\left\{\mathrm{f}(\theta^{-1}) + \frac{s-1}{n+1}\frac{\theta}{1}\mathrm{D}_\theta\,\mathrm{f}(\theta^{-1}) + \frac{(s-1)(s-2)}{(n+1)(n+2)}\mathrm{D}_\theta^2\,\mathrm{f}(\theta^{-1}) + \ldots\right\}.$$

D'autre part, pour obtenir la valeur de A_n, représentée par une intégrale définie, il suffit généralement de poser

$$x = e^{p\sqrt{-1}}$$

dans la formule

$$(22) \qquad A_n = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n}\,F(x)\,dp,$$

et par suite, dans l'hypothèse admise, cette valeur deviendra

$$A_n = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n}\frac{f(x)}{(1-\theta x)^s}\,dp.$$

Donc, lorsque le développement de f (x) renfermera seulement des puissances négatives de x, alors, en posant $x = e^{p\sqrt{-1}}$, on aura

$$(23) \quad \begin{cases} \dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n}\,\frac{f(x)}{(1-\theta x)^s}\,dp \\ = [s]_n\,\theta^n\left[f(\theta^{-1}) + \dfrac{s-1}{n+1}\,\dfrac{\theta}{1}\,D_\theta f(\theta^{-1}) + \dfrac{(s-1)(s-2)}{(n+1)(n+2)}\,\dfrac{\theta^2}{1.2}\,D_\theta f(\theta^{-1})\ldots\right]. \end{cases}$$

Si dans cette dernière équation l'on posait

$$\theta = \alpha, \quad f(x) = \left(1 - \frac{6}{x}\right)^{-t},$$

on obtiendrait la formule

$$(24) \quad \begin{cases} \dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\int_{-\pi}^{\pi}\frac{x^{-n}}{(1-\alpha x)^s\left(1-\dfrac{6}{x}\right)^t}\,dp \\ = [s]_n\dfrac{\alpha^n}{(1-\alpha 6)^t}\left[1 + \dfrac{s-1}{n+1}\,\dfrac{t}{1}\,\dfrac{\alpha 6}{1-\alpha 6} + \dfrac{(s-1)(s-2)}{(n+1)(n+2)}\,\dfrac{t(t+1)}{1.2}\left(\dfrac{\alpha 6}{1-\alpha 6}\right)^2 + \ldots\right], \end{cases}$$

qui comprend elle-même, comme cas particulier, l'équation connue

$$(25) \quad \begin{cases} \dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\int_{-\pi}^{\pi}\frac{\cos np}{(1-2\theta\cos p+\theta^2)^{-s}}\,dp = \\ [s]_n\,\dfrac{\theta^n}{(1-\theta^2)^s}\left\{1 + \dfrac{s}{1}\,\dfrac{s-1}{n+1}\,\dfrac{\theta^2}{1-\theta^2} + \dfrac{s(s+1)}{1.2}\,\dfrac{(s-1)(s-2)}{(n+1)(n+2)}\left(\dfrac{\theta^2}{1-\theta^2}\right)^2 + \ldots\right\}. \end{cases}$$

§ II. — *Des restes qui complètent les séries comprises dans les nouvelles formules, lorsque l'on arrête chaque série après un certain nombre de termes.*

» Les trois formules générales auxquelles nous sommes parvenus, c'est-à-dire les équations (17), (18) et (19) du § Ier, fournissent chacune la valeur de la fonction A_n représentée par la somme d'une série composée d'un nombre infini de termes. On peut demander quel est le reste qui doit compléter chaque série, quand on la suppose arrêtée après un certain terme. On résoudra aisément ce dernier problème, par une méthode qui donnera en même temps une démonstration nouvelle de chaque formule, en opérant comme il suit.

» Si, dans la formule (22) du § Ier, on substitue la valeur de $F(x)$ tirée de l'équation

$$F(x) = \varphi(\theta x)\, f(x),$$

on trouvera

$$(1) \qquad A_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x^{-n} \varphi(\theta x)\, f(x)\, dp,$$

la valeur de x étant

$$x = e^{p\sqrt{-1}},$$

et θ désignant une constante que l'on pourra supposer non-seulement réelle, mais encore très-peu différente de l'unité, ou même réduite à l'unité. En conséquence, la valeur de θ pourra être supposée telle que la fonction

$$F(t) = \varphi(\theta t)\, f(t)$$

reste continue par rapport à t entre les limites

$$t = x, \quad t = \frac{x}{\theta}.$$

Admettons cette hypothèse. La valeur moyenne de la fonction

$$x^{-n} \varphi(\theta x)\, f(x)$$

qui, en vertu de l'équation (1), représente précisément le coefficient A_n, ne variera pas quand on y remplacera x par $\frac{x}{\theta}$. Elle sera donc équivalente à la

valeur moyenne de la fonction

$$\theta^n x^{-n} \varphi(x) f\left(\frac{x}{\theta}\right);$$

de sorte qu'on aura encore

$$(2) \qquad A_n = \frac{\theta^n}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x^{-n} \varphi(x) f\left(\frac{x}{\theta}\right) dp.$$

Cela posé, faisons, pour plus de commodité,

$$f\left(\frac{x}{\theta}\right) = \psi(p).$$

En développant $\psi(p)$ suivant les puissances ascendantes et entières de p, on trouvera généralement

$$(3) \qquad \psi(p) = \psi(0) + \frac{p}{1}\psi'(0) + \ldots + \frac{p^{m-1}}{1.2\ldots(m-1)}\psi^{(m-1)}(0) + r_m,$$

r_m désignant un reste qui pourra être représenté par une intégrale définie simple. Ainsi, en particulier, pour déterminer r_n, on pourra recourir à l'une quelconque des deux formules

$$(4) \qquad r_m = \int_0^p \frac{(p-\alpha)^{m-1}}{1.2\ldots(m-1)} \psi^{(n)}(\alpha) d\alpha,$$

$$(5) \qquad r_m = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{p^m \psi(z)}{z^{m-1}(z-p)} d\alpha,$$

la valeur de z étant

$$z = \rho e^{\alpha\sqrt{-1}},$$

et ρ désignant un module supérieur à la valeur numérique de l'angle p. D'autre part, en différentiant plusieurs fois l'équation

$$\psi(p) = f\left(\frac{x}{\theta}\right) = f\left(\theta^{-1} e^{p\sqrt{-1}}\right),$$

et posant, pour abréger,

$$f_1(x) = x D_x f(x), \quad f_2(x) = x D_x f_1(x), \text{ etc.}\ldots,$$

on trouvera

$$\psi'(p) = \sqrt{-1}\, \mathrm{f}_1(\theta^{-1}x), \quad \psi''(p) = (\sqrt{-1})^2\, \mathrm{f}_2(\theta^{-1}x), \text{ etc...},$$

et, par suite, on aura généralement

$$\psi^{(m)}(p) = (\sqrt{-1})^m \mathrm{f}_m(\theta^{-1}x),$$
$$\psi^{(m)}(0) = (\sqrt{-1})^m \mathrm{f}_m(\theta^{-1}).$$

Donc l'équation (3) donnera

$$(6) \quad \mathrm{f}\left(\frac{x}{\theta}\right) = \mathrm{f}(\theta^{-1}) + \frac{p\sqrt{-1}}{1}\mathrm{f}_1(\theta^{-1}) + \ldots + \frac{(p\sqrt{-1})^{m-1}}{1.2\ldots(m-1)}\mathrm{f}_{m-1}(\theta^{-1}) + r_m.$$

Or, si l'on substitue la valeur précédente de $\mathrm{f}\left(\frac{x}{\theta}\right)$ dans l'équation (2), alors, en posant, pour abréger,

$$(7) \qquad k_n = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n}\varphi(x)\,dp,$$

on obtiendra la formule

$$(8)\begin{cases} \mathrm{A}_n = \theta^n \left[k_n \mathrm{f}(\theta^{-1}) - \frac{\mathrm{D}_n k_n}{1}\mathrm{f}_1(\theta^{-1}) + \ldots + (-1)^{m-1}\frac{\mathrm{D}_n^{m-1}k_n}{1.2\ldots(m-1)}\mathrm{f}_{m-1}(\theta^{-1})\right] \\ \quad + \mathrm{R}_m, \end{cases}$$

la valeur de R_m étant

$$(9) \qquad \mathrm{R}_m = \frac{\theta^n}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} r_m x^{-n}\varphi(x)\,dp.$$

Si R_m décroît indéfiniment pour des valeurs croissantes de m, la formule (8) deviendra

$$(10) \qquad \mathrm{A}_m = \theta^n\left[k_n \mathrm{f}(\theta^{-1}) - \frac{\mathrm{D}_n k_n}{1}\mathrm{f}_1(\theta^{-1}) + \frac{\mathrm{D}_n^2 k_n}{1.2}\mathrm{f}_2(\theta^{-1}) - \ldots\right],$$

et l'on se trouvera ainsi ramené à l'équation (17) du § Ier. Mais cette équation cessera d'être exacte dans le cas contraire; et alors pour la rectifier, il suffira d'arrêter après un certain nombre m de termes, la série que renferme le se-

cond membre, puis d'ajouter à ce second membre le reste représenté par R_m. On peut observer que ce reste, déterminé par l'équation (9), se trouvera exprimé par une intégrale double, attendu que r_m se trouve déjà exprimé par une intégrale simple, en vertu de la formule (4) ou (5).

» Nous venons d'indiquer avec plus de précision que nous n'avions pu le faire dans le Mémoire présenté à la dernière séance, la condition sous laquelle la formule (10) est rigoureusement exacte. Cette condition est que le reste R_m devienne infiniment petit pour des valeurs infiniment grandes de m. Elle se trouve toujours remplie lorsque le reste r_m devient lui-même infiniment petit pour des valeurs infiniment grandes de m; par conséquent lorsque la fonction

$$\psi(p) = \mathrm{f}\left(\theta^{-1} e^{p\sqrt{-1}}\right)$$

est développable en série convergente ordonnée suivant les puissances ascendantes de p, pour tout module de p inférieur à π, ou, ce qui revient au même, lorsque pour tout module de p inférieur à π, l'expression

$$\mathrm{f}\left(\theta^{-1} e^{p\sqrt{-1}}\right)$$

reste fonction continue de p. Ces observations éclaircissent et rectifient ce qui pouvait demeurer obscur ou inexact dans les remarques faites à la page 1128, et nous ajouterons à ce sujet que la formule (5) de cette page ne doit pas être distinguée, comme elle nous avait paru devoir l'être au premier abord, du système des formules (4) [*ibidem*].

» Concevons maintenant qu'au lieu de développer la fonction

$$\mathrm{f}\left(\frac{x}{\theta}\right) = \mathrm{f}\left(\theta^{-1} e^{p\sqrt{-1}}\right)$$

suivant les puissances ascendantes de p, on pose dans cette fonction

$$\frac{x}{\theta} = \frac{1}{\theta} + t,$$

et qu'on la développe suivant les puissances ascendantes de t; alors on trouvera

$$(11) \qquad \mathrm{f}\left(\frac{x}{\theta}\right) = \mathrm{f}(\theta^{-1}) + \frac{t}{1}\mathrm{f}'(\theta^{-1}) + \ldots + \frac{t^{m-1}}{1.2\ldots(m-1)}\mathrm{f}^{(m-1)}(\theta^{-1}) + r_m,$$

le reste r_m pouvant être représenté par une intégrale définie simple, et en

particulier, par l'une quelconque de celles que renferment les deux formules

$$(12) \qquad r_m = \int_0^t \frac{(t-\alpha)^{m-1}}{1.2\ldots(m-1)} \mathrm{f}^{(m)}\left(\frac{1}{\theta}+\alpha\right) d\alpha,$$

$$(13) \qquad r_m = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \frac{t^m \mathrm{f}\left(\frac{1}{\theta}+z\right)}{z^{m-1}(z-t)} d\alpha,$$

dans lesquelles on aura encore

$$z = \rho e^{\alpha\sqrt{-1}},$$

le module ρ de z étant supérieur au module de t, et, de plus,

$$(14) \qquad t = \frac{x-1}{\theta}.$$

Si, d'ailleurs, on suppose la valeur de R_m toujours liée à celle de r_m par la formule (9), alors, en ayant égard aux équations (7) et (14), on tirera des formules (2) et (11)

$$(15) \quad \begin{cases} \mathrm{A}_n = \theta^n\left[k_n \mathrm{f}\left(\frac{1}{\theta}\right) - \frac{\theta^{-1}}{1}\Delta k_{n-1}\mathrm{f}'\left(\frac{1}{\theta}\right) + \ldots + (-1)^{m-1}\frac{\theta^{-m+1}}{1.2\ldots(m-1)}\Delta^m k_{n-m+1}\mathrm{f}^{(m-1)}\left(\frac{1}{\theta}\right)\right] \\ \quad + \mathrm{R}_m. \end{cases}$$

Si le reste R_m devient infiniment petit pour des valeurs infiniment grandes de m, l'équation (15), réduite à la formule (19) du § I[er], deviendra

$$(16) \qquad \mathrm{A}_n = \theta^n\left[k_n \mathrm{f}(\theta^{-1}) - \frac{\theta^{-2}}{1}\Delta k_{n-1}\mathrm{f}'(\theta^{-1}) + \frac{\theta^{-2}}{1.2}\Delta^2 k_{n-2}\mathrm{f}''(\theta^{-1}) - \ldots\right].$$

Cette dernière sera donc vérifiée lorsque la fonction

$$\mathrm{f}\left(\theta^{-1}e^{p\sqrt{-1}}\right)$$

sera développable, pour tout module de p inférieur à π, suivant les puissances ascendantes de la variable

$$t = \frac{e^{p\sqrt{-1}}-1}{\theta}.$$

» Supposons enfin que, dans la fonction

$$f\left(\frac{x}{\theta}\right),$$

on pose

$$\frac{\theta}{x} = \theta + t,$$

par conséquent

$$\frac{x}{\theta} = \frac{1}{\theta + t};$$

et que l'on développe

$$f\left(\frac{1}{\theta+t}\right)$$

suivant les puissances ascendantes de t. Alors on trouvera

$$(17)\quad f\left(\frac{x}{\theta}\right) = f(\theta^{-1}) + \frac{t}{1}D_\theta f(\theta^{-1}) + \ldots + \frac{t^{m-1}}{1.2\ldots(m-1)}D_\theta^{m-1} f(\theta^{-1}) + r_m,$$

le reste r_m pouvant être représenté par une intégrale définie simple, et en particulier par l'une de celles que renferment les formules

$$(18)\qquad r_m = \int_0^t \frac{(t-\alpha)^{m-1}}{1.2\ldots(m-1)} D_\theta^m f\left(\frac{1}{\theta+\alpha}\right) d\alpha,$$

$$(19)\qquad r_m = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \frac{t^m f\left(\frac{1}{\theta+z}\right)}{z^{m-1}(z-t)} d\alpha,$$

dans lesquelles on aura encore

$$z = \rho e^{\alpha\sqrt{-1}},$$

le module ρ de z étant supérieur au module de t, et, de plus,

$$(20)\qquad t = \theta(1 - x^{-1}).$$

Si d'ailleurs on suppose la valeur de R_m toujours liée à celle de r_m par la formule (9), alors en ayant égard aux équations (7) et (20), on tirera des for-

mules (2) et (17)

$$(21)\left\{\begin{aligned}&A_m = \theta^n\left[k_n f(\theta^{-1}) + \frac{\theta}{1}\Delta k_n D_\theta f(\theta^{-1}) + \ldots + \frac{\theta^{m-1}}{1.2\ldots(m-1)}\Delta^{m-1} k_n D_\theta^{m-1} f(\theta^{-1})\right]\\ &\quad + R_m.\end{aligned}\right.$$

Si le reste R_m devient infiniment petit pour des valeurs infiniment grandes de m, l'équation (21), réduite à la formule (18) du § Ier, deviendra

$$(22)\qquad A_n = \theta^n\left[k_n f(\theta^{-1}) + \frac{\theta}{1}\Delta k_n D_\theta f(\theta^{-1}) + \frac{\theta^2}{1.2}\Delta^2 k_n D_\theta^2 f(\theta^{-1}) + \ldots\right].$$

Cette dernière sera donc vérifiée, lorsque la fonction

$$f\left(\theta^{-1} e^{p\sqrt{-1}}\right)$$

sera développable, pour tout module de p inférieur à π, suivant les puissances ascendantes de la variable

$$t = \theta\left(1 - e^{-p\sqrt{-1}}\right). \text{»}$$

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIRURGIE. — *Mémoire sur l'entérotomie de l'intestin grêle, dans les cas d'oblitération de cet organe; par* M. **J.-G Maisonneuve.** (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Les nombreuses variétés d'oblitération de l'intestin grêle peuvent être divisées en trois grandes classes, que je distinguerai sous les noms d'oblitération par *obstruction,* par *rétrécissement,* par *étranglement.* La première catégorie comprend deux variétés principales : obstruction par corps étrangers, obstruction par invagination. Les corps étrangers que l'on a rencontrés obstruant l'intestin grêle sont : des noyaux de fruits, des matières fécales, des calculs biliaires. La deuxième catégorie comprend les rétrécissements congénitaux, les rétrécissements dus à une forte constriction, à un sphacèle de l'intestin, à une contusion, à des ulcérations, aux dégénérescences diverses des parois de l'organe. La troisième catégorie comprend les étranglements herniaires profonds, les étranglements par des brides intérieures,

fibreuses ou cellulaires, par un nœud de l'intestin, par un trou de l'épiploon, par un anneau anormal du péritoine, par un trou du mésentère, par l'appendice cœcal, par une diverticule de l'iléum.

» Les symptômes qui résultent de ces obstructions diverses sont, 1° une constipation opiniâtre; 2° des coliques violentes; 3° la tension de l'abdomen; 4° la tuméfaction des circonvolutions intestinales, des hoquets, des nausées, des vomissements, l'anxiété, l'altération du pouls, qui devient petit et serré; l'altération des traits, les sueurs froides, etc. La marche de ces accidents présente de nombreuses variétés, suivant la cause de l'oblitération et certaines prédispositions individuelles.

» *Diagnostic.* — En général, l'existence de l'oblitération intestinale est facile à constater; il est plus difficile de déterminer son siége et d'établir l'existence ou la non-existence de la péritonite. L'examen attentif du mode de distension du ventre, de la saillie des circonvolutions, de la marche des symptômes, du siége de la douleur, les lavements administrés avec certaines précautions, peuvent cependant permettre, dans la plupart des cas, d'établir un diagnostic précis.

» *Pronostic.* — La mort est la terminaison presque constante de l'oblitération intestinale; elle est due au trouble des fonctions digestives, et surtout à l'inflammation du péritoine. Dans quelques cas, rares cependant, la guérison peut survenir par les seules forces de l'organisme. Cette terminaison favorable peut être obtenue de deux manières: 1° par la disparition de l'obstacle mécanique, alors, par exemple, que l'intestin renversé dans les volvules se gangrène et est éliminé par la partie inférieure, lorsque le corps étranger est dissous et expulsé; 2° par le sphacèle et l'ouverture spontanée de l'intestin à l'extérieur, ainsi qu'il en existe des exemples à la suite de l'opération de la hernie étranglée.

» Les ressources opératoires employées contre les obstructions intestinales consistent en deux méthodes, le débridement et l'entérotomie. La première, dont on rapporte l'honneur à Franco, est, depuis cet auteur, appliquée à la cure des étranglements herniaires, et doit être regardée comme l'une des plus utiles conquêtes de la chirurgie. Barbette, et après lui Fagès, ont vainement essayé d'appliquer cette méthode, sous le nom de *gastrotomie,* aux autres variétés d'oblitération. Elle a été proscrite par l'Académie de Chirurgie, et définitivement rayée du cadre chirurgical. La deuxième opération a été proposée par Littre, en 1710, pour le cas d'imperforation de l'anus; utilement modifiée par Callisen, elle a été reprise par M. Amussat,

qui l'a popularisée sous le nom d'*entérotomie lombaire*, et en a fait l'application à tous les cas d'oblitération du gros intestin.

» D'après les conseils de Louis, un chirurgien nommé Renault fit une application heureuse de l'entérotomie à un cas d'obstruction de l'intestin grêle. Ce fait resta complétement ignoré des auteurs modernes, et, dans l'état actuel de la science, il n'y a vraiment de ressources dans la chirurgie que pour les étranglements herniaires, ou bien les obstructions du gros intestin. Toutes les autres variétés d'oblitération de l'intestin grêle sont considérées comme absolument au-dessus du pouvoir de l'art. Pour combler cette lacune, je propose, sous le nom d'*entérotomie de l'intestin grêle*, deux méthodes opératoires. La première, dérivée de l'idée de Littre pour les cas d'oblitération du rectum, a pour but l'établissement d'un anus artificiel. La seconde, dont l'idée fondamentale me paraît entièrement neuve, consiste dans l'anastomose latérale de deux anses d'intestin placées l'une au-dessus de l'autre, et qui appartiennent, l'une à la partie du tube située au-dessus de l'obstacle, l'autre à la partie située au-dessous.

» *Première méthode. — Établissement d'un anus artificiel.* — Cette opération consiste à pénétrer dans l'abdomen, au moyen d'une ouverture faite à ses parois, à rechercher une des anses d'intestin placées au-dessus de l'obstacle, à l'ouvrir, et à favoriser le libre écoulement des matières au dehors. Le point le plus favorable pour l'opération est la région iliaque, au niveau de la partie antérieure du cœcum, sur le trajet d'une ligne parallèle au ligament de Fallope et dont le milieu croise la ligne bis-iliaque, à 4 centimètres au devant de l'épine iliaque antérieure et supérieure. Dans ce point, en effet, il est facile de trouver les circonvolutions intestinales distendues, on a moins de chances de rencontrer les anses voisines de l'estomac, et l'anus artificiel est moins incommode que sur la partie antérieure et moyenne de l'abdomen.

» Comme exécution, cette méthode opératoire ne présente pas de difficultés sérieuses; sous ce rapport elle est loin de ressembler à la gastrotomie, qui consistait à pénétrer dans le ventre, pour aller à la recherche d'un obstacle le plus souvent inconnu et indestructible. Elle s'applique indifféremment à tous les cas d'obstruction de l'intestin grêle, quels qu'en soient le siége, la nature, le degré de curabilité. Les diverses conditions de l'obstacle n'influent nullement sur la manœuvre, qui peut être ainsi parfaitement régularisée.

» Comme dangers, elle appartient certainement à la classe des opérations graves, mais elle n'a rien de plus redoutable que l'opération de la hernie étranglée.

» Le résultat immédiat de l'opération est d'ouvrir aux matières intestinales

une libre voie d'écoulement, d'où la cessation des phénomènes d'obstruction. Cet écoulement se fait, il est vrai, par un anus artificiel, mais cette infirmité peut disparaître plus tard si l'obstacle mécanique au cours des matières vient lui-même à céder.

» *Seconde méthode. — Anastomose latérale d'une anse intestinale supérieure à l'obstacle avec une anse inférieure.* — L'exposé de cette deuxième méthode fera l'objet d'un autre Mémoire que je me propose de présenter prochainement à l'Académie.

Conclusions.

» 1°. Les nombreuses variétés d'oblitération de l'intestin grêle ne doivent plus être considérées comme au-dessus des ressources de l'art.

» 2°. L'entérotomie constitue une ressource précieuse contre ces affections.

» 3°. Elle peut être appliquée, avec des chances raisonnables de succès, dans tous les cas où l'oblitération n'est point encore compliquée de péritonite générale.

» 4°. Cette opération mérite de prendre rang dans la science, à côté de l'opération de la hernie étranglée et de l'entérotomie du gros intestin. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence générale des sécrétions sur l'économie animale; par* M. MARTINI (du Wurtemberg).

(Commissaires, MM. Serres, Pelouze, Andral, Rayer.)

« Il est, dit M. Martini, un fait dont la physiologie a, jusqu'à présent, trop peu tenu compte, c'est l'action qu'exercent les fluides sécrétés et excrétés sur le corps de l'homme et des animaux supérieurs. A peu d'exceptions près, cette influence passe encore aujourd'hui inaperçue. Ceux mêmes qui reconnaissent que les liquides en question peuvent produire des inflammations et de la fièvre, loin d'y voir la cause immédiate des désordres survenus dans l'économie animale, s'obstinent à les regarder comme des causes purement accidentelles.... Nul ne songe à mettre en doute l'influence pernicieuse de l'urine, parce que ce fluide est une matière excrémentitielle de l'organisme qui renferme des principes délétères; mais on conteste cette même propriété aux sucs gastrique et entérique, aux larmes, ainsi qu'aux fluides sécrétés par la muqueuse pulmonaire, qui ne sont pas, il est vrai, des substances excrémentitielles, mais qui remplissent des fonctions organiques dans l'intérieur du corps. »

L'auteur, après s'être attaché, dans son Introduction, à discuter la marche

qu'il convient de suivre dans des recherches entreprises pour combler la lacune signalée, examine, dans autant de chapitres distincts, l'influence de l'*urine* sur les tissus animaux vivants et en particulier sur ceux de l'homme, celle du *suc gastrique* et du suc *entérique*, celle de la *salive*, de la *bile*, des diverses *sécrétions des voies aériennes*, de la *synovie*, du *lait*, enfin, du *fluide lacrymal*. Ce dernier chapitre forme à lui seul près de la moitié du travail très-étendu de M. Martini.

M. **Philippar**, professeur de culture, présente une Collection et un Catalogue méthodique de 620 espèces ou variétés de *céréales*.

Cette Collection comprend :

483 variétés de blés froment,
11 variétés de seigles,
40 variétés d'orges,
63 variétés d'avoines,
23 variétés de millets.

Cet envoi doit être suivi de la présentation d'une série de Mémoires sur les céréales.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **Dubois**, d'Amiens, adresse une Note en réponse à celle qu'avait adressée M. Poiseuille, dans l'avant-dernière séance, touchant un point débattu entre ces deux physiologistes, dans l'histoire de la *circulation veineuse*.

(Renvoi à la Commission de Physiologie expérimentale.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** accuse réception de la copie qui lui a été adressée, par ordre de l'Académie, d'un *Rapport fait le* 28 *octobre dernier, sur les travaux et essais de culture exécutés en* 1842 *et* 1843, *par* M. Hardy, *à la pépinière centrale du Gouvernement à Alger*.

« L'appréciation que l'Académie des Sciences vient de faire des résultats obtenus et des essais tentés, est considérée par moi, dit M. le Ministre, comme fort encourageante. Je mettrai à profit les renseignements et les indications que renferme ce Rapport, et je m'en prévaudrai pour donner

une nouvelle impulsion à tous les essais de culture qui pourraient être entrepris en Algérie. »

M. **Murchison**, nommé, il y a quelques mois, à une place de correspondant pour la Section de Géologie, remercie l'Académie de cette nomination qu'il n'a apprise qu'à son retour d'un voyage scientifique dans le nord de l'Europe.

M. **Dujardin**, qui se présente comme candidat pour la place vacante dans la Section de Zoologie, déclare que dans le cas où l'Académie l'honorerait de ses suffrages, il renoncerait aux fonctions qui pourraient l'obliger à résider hors de Paris.

M. le **Ministre de l'intérieur du Royaume de Belgique** adresse un exemplaire du volume statistique renfermant *le mouvement de l'état civil pendant l'année* 1842, lequel vient d'être publié par son département. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la nature électrique des trombes.* (Lettre de M. **Peltier.**)

« La trombe qui a ravagé la ville de Cette, le 22 octobre dernier, rappelle les désastres de celle du 18 juin 1839, dans la commune de Chatenay. Dans l'une comme dans l'autre circonstance, les effets sont complétement inexplicables, si l'on veut recourir aux tourbillons produits par la rencontre des vents contraires. Dans l'une comme dans l'autre localité, la puissance qui arrache les arbres et les transporte au loin, au lieu de les abattre; qui enlève les toits et en porte les débris à plusieurs centaines de mètres, quelquefois même contre la direction du vent, comme j'en cite des exemples dans mon *Traité des Trombes;* cette puissance qui agit dans les appartements fermés, qui en fait sauter le carrelage ou le parquet, qui perce les vitres sans les étoiler; cette puissance qui ne se fait sentir que le long d'une lisière étroite, au delà de laquelle on retrouve le calme, ou au delà de laquelle un léger vent se fait à peine sentir; cette puissance, disons-nous, ne peut être l'effet de vents violents et opposés, dont le choc persistant ferait tourbillonner le point de rencontre.

» Ces courants opposés dans la même couche d'air, sont physiquement impossibles; ils se superposent, mais ils ne peuvent jamais s'affronter d'une

manière durable; toutes les hypothèses qui s'appuient sur la rencontre opposée des vents ne peuvent se soutenir devant l'observation; on prend alors un des effets pour la cause.

» On a vu à Chatenay M. Dutour sur son belvéder, comme on a vu à Cette M. l'abbé Cros, sur son clocher, assister à la formation du météore, à sa marche, à ses effets destructeurs dans une zone limitée, sans danger pour eux jusqu'au moment où, par sa progression, il les ait enveloppés dans sa sphère d'activité. Nous pouvons citer un exemple plus probant encore; c'est celui de la trombe du 19 juin 1794, à Northford, dans le Connecticut, qui renversait une grange jusqu'en ses fondations, en présence du propriétaire placé sur le pas de sa porte, de l'autre côté du chemin, sans qu'il en ressentît rien. Il n'y a que l'électricité, et l'électricité à tension prodigieuse, qui puisse produire des effets aussi violents, dans des limites aussi restreintes, en laissant dans le calme les lieux environnants.

» Nous avons du reste démontré dans notre ouvrage, par de nombreuses citations et par des expériences directes, que ces violentes agitations aériennes dans un point circonscrit dérivent d'actions purement électriques. Depuis nous avons donné, dans des Mémoires spéciaux, l'explication de la haute tension électrique que peut acquérir un nuage, en faisant mieux connaître sa constitution intérieure, en démontrant l'*individualité* propre que chaque particule de vapeur conserve dans la coopération qu'elle apporte à la formation des premiers *flocons*, ainsi que l'*individualité* de ces flocons dans leur agglomération en masses moutonnées, et ainsi de suite jusqu'au plus gros *nimbus* qui possède une sphère électrique spéciale à sa périphérie.

» C'est de la tension individuelle de chacune de ses parties constituantes que ressort la tension statique d'un nuage sur les corps voisins, et non de la seule action de la sphère électrique générale qui enveloppe le nimbus. Cette dernière se décharge avec trop de facilité à l'approche des corps terrestres, et c'est elle seule, par son écoulement instantané, qui produit le sillon de feu que l'on nomme *éclair;* aucune des sphères individuelles intérieures ne coopère à cette décharge. L'équilibre étant rompu par cette décharge périphérique, elles reproduisent une nouvelle sphère d'électricité au nuage, par une nouvelle équilibration intérieure, et rendent ainsi une deuxième décharge possible, puis une troisième, jusqu'à ce qu'enfin leur atténuation ne puisse plus donner une charge suffisante à la périphérie.

» Dans sa lumineuse analyse, M. Arago a fait parfaitement ressortir, lundi dernier, que les effets bien constatés de la trombe de Cette ne pou-

vaient se comprendre sans l'intervention de l'électricité; une telle opinion est d'une haute valeur, et nous nous empressons de l'enregistrer.

» Avant de terminer, je crois devoir rappeler un fait d'une grande importance dans cette question, fait dont je n'ai pu tirer, en 1839, tout le parti qu'il comporte; c'est celui de la dessiccation presque complète de 850 pieds d'arbres qui furent clivés en lanières à Chatenay. Je déduisis du fait même, que ce clivage longitudinal ne pouvait provenir que de la vaporisation instantanée de la séve par un puissant courant électrique, et que ces troncs avaient cédé à la force élastique, dans le sens de leur moindre résistance, c'est-à-dire dans le sens de leur longueur. N'ayant été appelé sur les lieux qu'un mois après l'événement, on pouvait attribuer, au moins en partie, cette dessiccation à la haute température qui avait régné pendant ce mois, quoique cette haute température eût laissé en dehors l'explication du clivage. Mais l'analyse que je n'avais pu faire en temps opportun avait été faite par M. d'Arcet deux ou trois jours après ce désastre, ce que je n'appris qu'après la publication de mon Traité. Ce savant académicien me communiqua le résultat de son expérience, en présence de M. Gay-Lussac. « Les arbres sur pied, nous dit-il, possèdent de 36 à 44 pour 100 » d'eau ; ceux qui sont abattus depuis quatre ou cinq ans en con- » servent encore 24 à 25 pour 100, tandis que les troncs clivés de Cha- » tenay n'en contenaient plus que 7. » Ce résultat levait tous les doutes; ces arbres avaient eu la plus grande partie de leur séve réduite en vapeur élastique, et cette vaporisation instantanée ne pouvait provenir que d'un puissant courant électrique. Il n'y a pas de seconde explication possible.

» J'ai pensé que ces détails ne seraient pas dépourvus d'intérêt dans le moment actuel, et qu'il était utile de rappeler qu'on ne peut juger de tels météores que par une comparaison attentive des effets variés qu'ils présentent suivant les saisons et les localités; et qu'il faut aussi mettre en regard les effets semblables qui proviennent des nues purement orageuses, et ceux qui proviennent des expériences. »

MM. Lemasson et Dupré écrivent relativement à l'*emploi de l'oxyde de carbone comme moyen de désinfection et moyen de conservation des substances alimentaires, principalement des matières animales*. Les deux auteurs annoncent l'envoi prochain d'un Mémoire sur ce sujet.

M. Guyon adresse deux Notes concernant, l'une, un cas peu commun d'*hypospadias* observé sur le cadavre d'un jeune militaire mort à Alger au mois

de septembre dernier; l'autre, un *vice de conformation offert par un Kabyle des montagnes de Dellis*.

Le Kabyle qui fait l'objet de cette dernière Note se faisait remarquer par une conformation particulière du crâne, mais surtout du maxillaire supérieur qui se prolongeait de 3 centimètres au moins au delà de l'implantation des dents. Les dents, dont plusieurs avaient été détruites par la carie, étaient très-serrées entre elles, implantées verticalement, mais déviées de manière à présenter un de leurs bords latéraux en dedans et l'autre en dehors; elles étaient, du reste, exactement en rapport avec celles du maxillaire inférieur.

Le nez était très-aplati, l'air y passait avec quelque difficulté et en faisant entendre un bruit semblable à celui qui accompagne la respiration dans le *coryza*.

Le sujet qui présentait cette difformité était d'une intelligence très-obtuse.

Les vices de conformation décrits par M. Guyon sont représentés dans deux figures jointes à ses Notes.

M. **Bonnafond** adresse une Note concernant quelques observations qu'il a faites dans le but de s'assurer de la rapidité avec laquelle disparaît la *sensibilité* dans le cas de mort par *décapitation*.

M. *Magendie* est invité à prendre connaissance de cette Note et à faire savoir à l'Académie si elle est de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

M. le **Maire de la ville de Gerberoy** écrit relativement aux heureux résultats qui viennent d'être obtenus dans cette ville de l'application du *système hydraulique* de M. *A. Durand*.

« La ville de Gerberoy, bâtie sur une hauteur, n'avait eu jusqu'ici pour s'alimenter d'eau qu'un puits de 65 mètres de hauteur; le travail d'extraction était fort pénible; la population souffrait vivement de cet état de choses.

» Le Conseil municipal a fait placer sur l'Hôtel-de-Ville un moteur à voiles de M. Amédée Durand; à ce moteur se relie une pompe qui fournit l'eau à un réservoir spacieux, lequel alimente une fontaine publique. Le trop plein de ce réservoir s'échappe par un deuxième orifice, et devient une seconde fontaine.

» On sait que le moteur de M. Amédée Durand se distingue des moteurs à vent communément employés, en ce qu'il brave, pour ainsi dire, la violence des vents, par suite des changements de direction que, sous l'action

même du vent, ce moteur imprime à ses voiles, et de certaines dispositions ingénieuses qu'il serait ici superflu de rappeler. Nous avons pu faire à Gerberoy la vérification de ce fait caractéristique; nous avons éprouvé, dans ces jours derniers, une tempête qui a duré pendant près d'une semaine, et le moteur placé sur l'Hôtel-de-Ville s'est parfaitement comporté, bien qu'il fût livré à lui-même. Le trop plein a fonctionné avec abondance et la population est dans le ravissement. Nous avons la certitude maintenant que tous les habitants de Gerberoy, et tout leur bétail, seront alimentés d'eau par les nouvelles fontaines de la ville, sans travail aucun de la part des habitants, et à très-peu de frais, puisque la machine ne demande que quelques soins de temps à autre pour le graissage, à l'huile, des principaux points de frottement. »

M. Offerdinger annonce l'envoi prochain des préparations anatomiques qu'il présente comme pièces à l'appui de communications qu'il a faites précédemment à l'Académie sur la *structure intime des organes.*

M. Wattemare écrit qu'il a été chargé par l'*Institut national des États-Unis* d'offrir à l'Académie des Sciences un exemplaire du « Rapport sur la géologie du Massachusetts, par M. *Hitchcock*, » et demande que l'Académie veuille bien comprendre cette institution dans le nombre des corps savants auxquels elle adresse ses publications.

(Renvoi à la Commission administrative.)

L'Académie de Besançon adresse un programme des prix qu'elle propose pour l'année 1845.

M. Blanchard, à l'occasion d'une Note récente de M. Duvernoy sur le système nerveux de certains Mollusques, écrit qu'il s'est occupé de recherches sur le même sujet, et prie l'Académie de vouloir bien accepter sous forme de *paquet cacheté* les résultats qu'il a obtenus.

Le dépôt est accepté.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Zoologie présente la liste suivante de candidats pour la place vacante par suite du décès de M. **Geoffroy-Saint-Hilaire** :

1°. M. Duvernoy,
2°. M. Valenciennes,
3°. M. Dujardin,
4°. M. Alc. d'Orbigny,
5°. M. Bibron,
6°. *ex æquo*, { M. Gervais,
M. Guérin-Méneville.

Les titres des Candidats sont discutés. L'élection aura lieu dans la séance prochaine. MM. les Membres de l'Académie en seront prévenus par lettres à domicile.

La séance est levée à 6 heures. F.

ERRATUM.

(Séance du 25 novembre 1844.)

Page 1180, lignes 23, 32, 35, etc., *au lieu de* M. Louyer, *lisez* M. Louyet.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 22; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT *et* REGNAULT; 3e série, tome XII, décembre 1844; in-8°.

Lettre à M. le comte de RAMBUTEAU *sur le degré de probabilité ou les chances de succès d'un Puits artésien modèle à forer dans la terre de Chamgrenon, près de Mâcon (Saône-et-Loire); par* M. le vicomte HÉRICART DE THURY; brochure in-8°.

Illustrationes Plantarum orientalium, *ou choix de Plantes nouvelles ou peu connues de l'Asie occidentale; par* M. le comte JAUBERT *et* M. ED. SPACH; 12e livr.; in-4°.

Rapport à l'appui du projet des Machines du Brandon, dressé en exécution d'une dépêche du 6 *août* 1842; *par* M. REECH. Paris, 1844; in-4°.

Mémoire sur les Machines à vapeur, et leur application à la Navigation; par le même. Paris, 1844; in-4°.

Atlas général des Phares et Fanaux à l'usage des navigateurs; par M. COULIER; *publié sous les auspices de* S. A. R. Mgr le prince DE JOINVILLE. Turquie; in-4°.

Annales médico-psychologiques; par MM. BAILLARGER, CERISE *et* LONGET; novembre 1844; in-8°.

Société charitable de Saint-Regis de Paris. — Recherches statistiques et résultats obtenus par la Société; par M. J. GOSSIN; broch. de 3 feuilles ½ in-4°.

Compte rendu, pour l'année 1843, *des résultats obtenus par la Société charitable de Saint-François-Regis de Paris, pour le mariage civil et religieux des pauvres du département de la Seine;* ½ feuille in-8°. (Cet ouvrage et le précédent sont adressés pour le concours du prix de Statistique.)

Archives historiques et littéraires du nord de la France et du midi de la Belgique; tome V; 1re livr. Valenciennes, 1844; in-8°.

Académie royale de Médecine. — Rapport présenté à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce par l'Académie royale de Médecine, sur les Vaccinations pratiquées en France pendant l'année 1842; in-8°.

De la vie du Sang au point de vue des croyances populaires. Discours prononcé

à l'ouverture du Cours de Pathologie et de Thérapeutique; par M. D'AMADOR. Montpellier, 1844; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; novembre 1844, in-8°; et *Table générale des Matières contenues dans les dix premiers volumes;* 1833-1843; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; décembre 1844; in-8°.

Le Technologiste; décembre 1844; in-8°.

Encyclographie médicale; novembre 1844; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; novembre 1844; in-8°.

Ouvrages et Mémoires publiés par M. DUJARDIN, professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Rennes. 1 feuille in-4°.

A MM. les membres de la Section d'Anatomie et de Zoologie de l'Académie royale des Sciences; Lettre par M. GUÉRIN-MÉNEVILLE; $\frac{1}{2}$ feuille in-8°.

Carte géologique du royaume de Danemark; 2 feuilles.

Second Annuaire de la Mortalité genevoise. — Tableau général des Décès du canton de Genève en 1843; 1 feuille.

Statistique de la Belgique. — Population. — Mouvement de l'état civil pendant l'année 1842, *publié par* M. le Ministre de l'Intérieur. Bruxelles; in-fol.

Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers, publiés par l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles; tome XVI. Bruxelles, 1844; in-4°.

Recherches statistiques, par M. QUETELET. Bruxelles, 1844; in-4°.

Résumé des Observations magnétiques et météorologiques faites à des époques déterminées; par le même; in-4°. (Extrait du tome XVIII des *Mémoires de l'Académie royale de Bruxelles.*)

Observations des Phénomènes périodiques; par le même. (Extrait du t. XVII des *Mémoires de l'Académie royale de Bruxelles.*)

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, publiées par le même; t. III; in-4°.

De la nature de l'Eau régale, de l'Acide hypoazotique considéré comme oxydant, de la constitution de cet acide, et du rôle qu'il joue à l'égard des corps organiques; par M. KOENE; broch. in-8°.

Note pratique et historique sur l'opération de la Pupille artificielle par iridectomédyalise; par M. JANS. Bruxelles, 1844; $\frac{1}{2}$ feuille in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; 6e série. — *Sciences mathématiques, physiques et naturelles;* tome V, 1re partie. — *Sciences mathématiques et physiques;* tome III, 4e, 5e et 6e livr. in-4°; et tome IV, 1re livraison in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, 6e série. — *Sciences politiques, Histoire, Philologie;* tome VI, 4e, 5e et 6e livraison ; et tome VII, 1re, 2e et 3e livraison ; in-4°.

Bulletin de la Classe physico-mathématique de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg ; tome II, nos 44-48; tome III, nos 49-62 ; in-4°.

Bulletin de la Classe des Sciences historiques, philologiques et politiques de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg ; tome I, nos 20-24 ; et tome II, nos 25-29.

Recueil des Actes de la Séance publique de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, tenue le 29 *novembre* 1843; in-4°.

Sur le coefficient constant dans l'aberration des Étoiles fixes, déduit des observations qui ont été exécutées à l'observatoire de Poulkova, par l'instrument des passages de Repsold, établi, dans le premier vertical, par M. STRUVE; in-4°.

Expédition chronométrique exécutée en 1843 *entre Poulkova et Altona; par* le même; in-4°.

Détermination des Positions géographiques de Nowgorod, Moscou, Riazan, Lipetzk, Voronèse et Toula; par le même; in-4°.

Resultate der... *Des opérations de Géodésie exécutées de* 1816 *à* 1819 *par* M. STRUVE *en Livonie.* Saint-Pétersbourg, 1844; in-4°.

Bestimung... *Détermination de la marche de la Comète découverte en* 1839, *d'après les observations faites à l'observatoire de Poulkova ; par* MM. C.-A.-F. PETERS *et* STRUVE. Saint-Pétersbourg, 1843 ; in-4°.

Resultate aur... *Résultat de l'observation de l'Étoile polaire au cercle vertical de l'observatoire de Poulkova ; par* M. C.-A.-F. PETERS. Saint-Pétersbourg, 1844; in-4°.

Final report... *Rapport définitif sur la géologie de l'État de Massachusetts, avec un Catalogue des échantillons de roches et de minéraux qui existent dans la collection de cet État; par* M. E. HITCHCOCK, géologue du Massachusetts. Northampton, 1841 ; in-4°.

Memoria... *Mémoire sur un Calorifère à circulation d'eau, disposé de manière à maintenir, sans l'intervention de l'homme, la température voulue dans le lieu où il est établi; par* MM. S. *et* G. TAVANI. Naples, 1844 ; in-8°.

Gazette médicale de Paris; no 48; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 138 à 140; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 40 et 41.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 DÉCEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Mémoire sur l'acide lactique; par* M. J. PELOUZE.

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie peut être considéré comme faisant suite au travail sur l'acide lactique que M. J. Gay-Lussac et moi lui avons soumis en 1833. Depuis cette époque, l'histoire de l'acide lactique s'est enrichie sans doute de plusieurs observations importantes, mais les travaux dont il a été l'objet ont été presque exclusivement dirigés vers son état naturel et les moyens de le produire artificiellement. L'étude de ses propriétés chimiques a été au contraire très-négligée, et ce que l'on en sait est loin d'être au niveau de nos connaissances sur un grand nombre de matières organiques sans contredit beaucoup moins dignes d'intérêt. Cependant l'acide lactique est une des substances les plus répandues dans l'économie animale et dans les végétaux, où il semble remplir quelquefois un rôle important. Il existe naturellement dans le lait, et se forme en abondance pendant l'acescence spontanée de ce fluide. MM. Bernard et Barreswil viennent de constater son existence dans le suc gastrique.

» Il résulte de quelques observations encore inédites de M. Gobley, qu'il se trouve aussi à l'état de liberté dans le jaune d'œuf.

» On le rencontre dans tous les sucs végétaux dont la fermentation spiritueuse n'a pas suivi une marche régulière, dans les farines avariées et fermentées de toutes les céréales, dans la jusée des tanneurs, dans l'eau sure des amidonniers; il se forme en abondance lorsqu'un sucre, à quelque classe qu'il appartienne, est mis en contact, à une température de 20 à 30 degrés, avec un carbonate alcalin et terreux et un ferment, particulièrement avec la matière caséeuse du lait.

» La fermentation butyrique qui suit immédiatement la fermentation lactique des sucres, des gommes et de l'amidon, est venue encore accroître l'intérêt que mérite l'acide lactique sous le double point de vue de la chimie et de la physiologie.

» L'acide lactique est un liquide incolore, soluble en toutes proportions dans l'eau et l'alcool, d'une saveur franchement acide, presque insupportable tant elle est forte et mordicante. Sa composition, qui est très-simple, a été déterminée à la même époque (1833), par MM. Mitscherlich et Liebig, d'une part, et d'une autre part, par M. J. Gay-Lussac et moi. Il a pour formule

$$C^6H^6O^6 = C^6H^5O^5, HO;$$

ces nombres expriment un équivalent d'acide monohydraté

$$(C = 75; H = 12{,}5; O = 100).$$

» L'action de la chaleur sur l'acide lactique est fort remarquable.

» A une température voisine de 130 degrés, mais qu'on peut élever davantage sans inconvénient, cet acide laisse distiller un liquide incolore, qui n'est autre chose que de l'eau tenant en dissolution une petite quantité d'acide lactique même. Après un laps de temps très-long, lorsqu'il ne se dégage plus d'eau, l'opération est terminée; le résidu a pris une teinte jaune peu prononcée; il est devenu solide, facilement fusible, d'une amertume excessive, presque insoluble dans l'eau, très-soluble au contraire dans l'alcool et l'éther. Au reste, il ne se dégage aucune trace de gaz quelconque dans cette réaction, qui consiste en une simple déshydratation de l'acide lactique.

» La composition et les propriétés du résidu solide dont je viens de parler ne permettent aucun doute sur sa véritable nature. C'est de l'acide lactique anhydre, tel qu'il existe dans les lactates mêmes. En effet, il est formé de 6 équivalents de carbone, de 5 équivalents d'hydrogène et de 5 équivalents d'oxygène. Une ébullition prolongée avec l'eau, ou une longue exposition dans ce liquide froid ou dans un air humide, le convertissent en acide lactique ordinaire. Cette transformation est, pour ainsi dire, instan-

tanée sous l'influence des bases solubles, et sous ce rapport mes expériences ont été très-nombreuses. Le lait de chaux donne, avec l'acide lactique insoluble, le sel ordinaire avec ses 6 équivalents d'eau. J'en ai déterminé la capacité de saturation et extrait l'acide monohydraté. Il faut donc ajouter l'acide lactique au nombre assez restreint des acides qui perdent par la chaleur leur eau saline, c'est-à-dire cette proportion d'eau qu'ils échangent contre des bases en formant des sels. J'avais déjà, il y a douze ans, signalé cette propriété dans les acides maléique et paramaléique, et plus tard je l'avais retrouvée, avec M. Liebig, dans l'acide œnanthique.

» La déshydratation de l'acide lactique s'effectue, toutefois, avec beaucoup plus de lenteur que celle des acides précédents, et c'est pour cela, sans doute, qu'elle nous avait échappé. J'ajouterai encore que ce phénomène se manifeste à une température que l'on emploie presque toujours, sans hésiter, pour dessécher la plupart des matières organiques, et cette observation montre toute la circonspection avec laquelle il faut procéder dans ces sortes d'expériences.

» L'acide lactique anhydre, soumis à l'action du gaz ammoniac sec, en absorbe 1 équivalent, et forme une combinaison particulière ($C^6H^5O^5, H^3Az$) dans laquelle l'ammoniaque n'a pas cessé d'être sensible aux réactifs qu'on emploie ordinairement pour en déceler la présence.

» J'ai constaté que l'acide œnanthique anhydre forme aussi un composé de même ordre, composé qu'il est peut-être permis d'assimiler aux sels amidés.

» L'acide lactique, ou plus exactement l'acide anhydre dont je viens de parler, résiste à l'action de la chaleur jusque vers 250 degrés. A ce dernier terme, les gaz, qui jusque-là ne s'étaient pas montrés, commencent à se dégager. Ils consistent en oxyde de carbone mêlé seulement de 4 à 5 centièmes de son volume d'acide carbonique; la proportion de ce dernier gaz augmente peu à peu, et vers la fin de l'expérience, son volume atteint environ la moitié de celui de l'oxyde de carbone. Du reste, il ne paraît pas qu'il se forme aucun carbure d'hydrogène.

» Plusieurs substances volatiles se montrent en même temps que le gaz et vont se condenser dans le récipient. Je parlerai d'abord d'une belle matière cristallisable que nous avons décrite, M. J. Gay-Lussac et moi, sous le nom d'*acide lactique anhydre,* nom impropre que je propose de donner à la matière précédemment décrite, et qui présente en effet la composition de la matière organique des lactates les plus desséchés. Cette matière cristallisée, que j'appellerai désormais *lactide* (dénomination déjà proposée par M. Ger-

hardt), a joué un rôle important dans plusieurs discussions relatives à la constitution des acides organiques; comme d'ailleurs elle est sans analogue en chimie, et qu'elle est fort curieuse à plusieurs égards, j'ai cru qu'il était bon de contrôler nos anciennes analyses et de vérifier de nouveau sa transformation en acide lactique ordinaire. Sous ce double rapport, j'ai constaté l'exactitude de nos anciennes expériences. La lactide a bien pour formule $C^6H^4O^4$, c'est de l'acide lactique moins 2 équivalents d'eau, et cette composition explique tout à la fois sa formation pendant la distillation sèche de cet acide, et sa métamorphose en acide lactique même, sous l'influence de l'eau ou des bases hydratées.

» Il existe donc deux matières neutres, $C^6H^5O^5$ et $C^6H^4O^4$, qui ne sont pas de l'acide lactique, mais qui en dérivent par la perte de 1 ou de 2 équivalents d'eau qu'éprouve cet acide lorsqu'on le distille, et qui sont susceptibles de le régénérer soit directement, soit indirectement, en absorbant précisément l'équivalent ou les 2 équivalents d'eau dont ils ont besoin pour cela.

» L'acide hydraté qui a été produit par l'action de l'eau ou de l'air humide sur la lactide est limpide, tout à fait incolore, et d'une pureté parfaite.

» La composition toute particulière de la lactide me faisait pressentir qu'elle pourrait bien, en agissant sur le gaz ammoniac, donner naissance à un corps de la série des amides, car ceux-ci ne sont, analytiquement parlant, que des sels ammoniacaux anhydres, dont on aurait soustrait les éléments d'un équivalent d'eau. Le résultat a répondu à mon attente.

» Quand on expose le corps $C^6H^4O^4$ à l'action du gaz ammoniac, on le voit se liquéfier peu à peu, et absorber ce gaz avec dégagement de chaleur. Il en résulte une nouvelle substance, dont la composition a été établie par l'analyse et la synthèse.

» La *lactamide* (c'est le nom que je propose de lui donner) est formée de 1 équivalent de lactide, $C^6H^4O^4$, et de 1 équivalent d'ammoniaque; mais cette ammoniaque s'y trouve à l'état latent, comme dans les corps de la série des amides. Les acides aqueux et les alcalis ne l'en dégagent qu'à chaud, et avec beaucoup de lenteur; elle se dissout dans l'eau sans y subir aucune altération, et ce n'est que sous une pression correspondant à une température supérieure à 100 degrés, qu'elle se transforme en véritable lactate d'ammoniaque. Le lait de chaux la décompose, en dégage peu à peu l'ammonique, et l'acide oxalique sépare du sel calcaire de l'acide lactique ordinaire.

» La lactamide ne paraît pas susceptible de se combiner avec les bases ni avec les acides; elle est sans action sur les réactifs colorés. L'alcool la dissout

en proportion considérable, et la laisse déposer par la concentration ou le refroidissement sous la forme de beaux cristaux d'une blancheur et d'une transparence parfaites et qui ont pour forme primitive un prisme droit rectangulaire.

» Indépendamment de la lactide dont je viens de rappeler l'existence dans les produits de la distillation de l'acide lactique, celui-ci donne encore, par sa décomposition, une autre substance, que je propose d'appeler *lactone,* parce qu'elle me paraît être à l'acide lactique ce que l'acétone est à l'acide acétique.

» On l'obtient pure en soumettant à une douce température les produits de la distillation de l'acide lactique. Lorsque la température a atteint environ 130 degrés, on arrête la distillation; on lave avec de petites quantités d'eau le liquide distillé; une partie se dissout dans cette eau, une autre vient nager à la surface; on l'enlève et on le met en contact pendant plusieurs jours avec du chlorure de calcium. On lui fait enfin subir une dernière distillation.

» La lactone qui provient de la décomposition de l'acide lactique est hydratée; elle a pour formule

$$C^{10}H^8O^4, HO.$$

Cela n'a rien d'étonnant, car elle se forme en présence d'une quantité d'eau considérable. Elle a pour ce liquide une affinité telle, qu'on peut la rectifier plusieurs fois de suite sur du chlorure de calcium, sans qu'elle s'y dessèche. J'ai déjà dit que pour l'obtenir anhydre, il fallait la laisser séjourner pendant plusieurs jours sur cette matière.

» La lactone anhydre se présente sous la forme d'un liquide incolore ou légèrement jaunâtre, dont la couleur se fonce peu à peu au contact de l'air. Elle a une saveur chaude et brûlante, une odeur aromatique particulière. Elle est plus légère que l'eau et s'y dissout en quantité très-sensible. Elle brûle avec facilité en produisant une belle flamme bleue, très-étendue et sans aucun dépôt de charbon. Elle entre en ébullition vers 92 degrés.

» La lactone anhydre a pour formule $C^{10}H^8O^4$, qui représente 2 équivalents d'acide lactique desquels on aurait enlevé 2 équivalents d'acide carbonique et 2 équivalents d'eau ($C^{12}H^{10}O^{10} = C^{10}H^8O^4 + 2CO^2 + 2HO$), ou 2 équivalents de lactide $2C^6H^4O^4 = C^{12}H^8O^8$ dépouillée de 2 équivalents d'acide carbonique seulement. Sa formation pendant la distillation de l'acide lactique libre n'a rien d'extraordinaire; nous avons constaté, il y a longtemps, M. Liebig et moi, que l'acide acétique donnait de grandes

quantités d'acétone par la seule action de la chaleur, et c'est là un rapprochement de plus entre l'acétone et la lactone.

» Parmi les produits gazeux ou volatils de la distillation sèche de l'acide lactique, j'ai déjà signalé l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, l'eau, une petite quantité d'acide lactique ordinaire, la lactide et la lactone. J'ajouterai qu'il se forme en outre un peu d'acétone et un liquide odorant insoluble dans l'eau, dont j'ignore encore la nature. La distillation, commencée vers 250 degrés, n'est complète qu'à 300; à ce dernier terme, il ne reste plus dans le vase distillatoire qu'un charbon d'une incinération difficile, dont le poids représente environ la $\frac{1}{20}$ partie de l'acide employé.

» Dans une expérience dont la durée a été de huit heures, 80 grammes d'acide lactique monohydraté ($C^6H^6O^6$), distillés à une température comprise entre 250 et 300 degrés, ont donné 48 grammes de substances liquides (1), 5,5 de charbon et 26,5 de gaz dans lequel l'oxyde de carbone entre pour la plus forte proportion.

» Une circonstance particulière, qu'il n'est peut-être pas inutile de mentionner, m'a permis de découvrir une propriété très-intéressante de l'acide lactique. Une certaine quantité de cet acide m'avait été donnée par M. Gélis, qui l'avait retiré du lactate de chaux provenant de la fermentation de la glucose en présence de la craie et du caséum. Cet acide se décomposait à une température moins élevée que l'acide produit dans des circonstances d'ailleurs semblables avec le sucre de lait, et, chose non moins étonnante pour moi, il donnait de l'oxyde de carbone entièrement dépouillé d'acide carbonique, car il ne formait pas le plus léger trouble dans l'eau de chaux, et ce n'était qu'après avoir laissé dégager des quantités considérables du premier de ces gaz, qu'il finissait par fournir aussi un peu d'acide carbonique.

» Je crus pendant longtemps à l'existence de deux acides lactiques, mais enfin je reconnus que cette différence dans les produits de l'action de la chaleur tenait à la présence d'une petite quantité d'acide sulfurique dans

(1) Ces produits liquides laissent déposer en se refroidissant des quantités variables de lactide. Lorsque celle-ci est mêlée avec les produits de la décomposition de l'acide lactique, elle semble s'acidifier à l'air humide beaucoup plus vite que lorsqu'elle est pure. Au bout de quelques jours, les liquides distillés traités par l'eau s'y dissolvent presqu'en totalité; il ne se précipite qu'une petite quantité de matière solide presque entièrement formée d'acide lactique anhydre. Le liquide filtré ne contient pour ainsi dire que de l'acide lactique ordinaire.

L'hydratation de la lactide est beaucoup plus facile que celle de l'acide lactique anhydre; cela explique pourquoi elle ne donne que de très-petites quantités de ce dernier corps.

l'acide préparé par M. Gélis. Ce chimiste avait obtenu l'échantillon d'acide dont je viens de parler en décomposant le lactate de chaux par un léger excès d'acide sulfurique, évaporant et reprenant le résidu par l'alcool pour le débarrasser du sulfate de chaux.

» Le fait une fois bien constaté, je pus reproduire constamment l'oxyde de carbone pur avec l'acide lactique et les lactates provenant d'une source quelconque.

» Mêle-t-on de l'acide lactique ou un lactate, par exemple celui de fer, avec cinq ou six fois son poids d'acide sulfurique concentré, et expose-t-on le mélange à une douce température, une vive effervescence ne tarde pas à se manifester dans la masse; elle est due à un dégagement abondant d'oxyde de carbone pur. Le mélange se colore en brun foncé; si on le traite par l'eau, lorsque le gaz a cessé de se dégager, il s'en sépare une matière noire qui se confond, quant à l'aspect, avec l'acide ulmique.

» La réaction est tellement nette et facile, que je n'hésite pas à la proposer comme un des meilleurs modes de préparation de l'oxyde de carbone.

» 6 grammes de lactate de fer cristallisé représentant 3,775 d'acide monohydraté donnent très-approximativement 1 litre d'oxyde de carbone. Cette proportion représente à peu près le tiers de l'acide lactique même. La matière noire dont j'ai parlé constitue environ un autre tiers, et, sans l'affirmer, je pense que l'eau est la troisième substance qui se forme par l'action de l'acide sulfurique sur l'acide lactique.

» Pour reconnaître si la formation de l'oxyde de carbone devait être attribuée à la décomposition par l'acide sulfurique d'une certaine quantité d'acide formique qui aurait pris naissance pendant le dédoublement de l'acide lactique, j'ai étendu l'acide sulfurique d'une proportion d'eau telle qu'il cessât de pouvoir agir sur l'acide formique; mais dans aucun cas je n'ai pu constater la présence de ce dernier corps.

» Il serait sans doute bien difficile de trouver une explication suffisante de ce singulier mode d'altération de l'acide lactique, mais le fait n'en est pas moins très-intéressant et très-digne de l'attention des chimistes.

Lactates.

» J'ai peu de choses à ajouter à l'histoire des lactates; nous l'avons présentée avec quelques détails, M. J. Gay-Lussac et moi, dans le Mémoire que j'ai déjà cité.

» Les lactates de fer, de magnésie et de zinc contiennent 3 équivalents d'eau

de cristallisation, sont peu solubles et sont sans doute isomorphes; toutefois, je n'oserais pas avancer d'une manière positive cette dernière assertion, parce que les cristaux que donnent ces trois sels sont très-petits, et qu'il est difficile d'en mesurer les angles.

» Le lactate de chaux contient 6 équivalents d'eau et il est peu soluble dans ce liquide, mais il se dissout en forte proportion dans l'alcool, d'où l'éther le sépare sous la forme d'un précipité blanc cristallin. La solution alcoolique de lactate de chaux est précipitée par l'acide phosphorique, tandis que, dans le sein de l'eau, l'acide lactique déplace, au contraire, l'acide phosphorique du phosphate de chaux.

» Le lactate d'ammoniaque est déliquescent et incristallisable.

» L'acide lactique forme, avec l'oxyde de cuivre, un beau sel bleu qui a pour forme primitive un prisme rectangulaire droit du troisième système.

» Ce sel cristallise avec facilité, il contient 2 équivalents d'eau qu'il perd à 120 degrés. Lorsqu'on le soumet à l'action de la chaleur, il laisse dégager un mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique; le cuivre ne tarde pas à être réduit à l'état métallique, la matière contenue dans le vase distillatoire entre en fusion et se décompose en fournissant les produits mêmes de la distillation de l'acide lactique libre. Lorsque l'on met en contact avec l'eau le dernier tiers des produits distillés, il arrive quelquefois qu'ils se solidifient tout à coup et laissent déposer une matière qui n'est autre chose que la lactide.

» Cette lactide est très-soluble dans la lactone, et c'est à cette circonstance qu'il faut attribuer le peu de matière cristallisable que l'on obtient souvent parmi les produits de la distillation de l'acide lactique libre ou du lactate de cuivre.

» Le lactate de cuivre, préalablement privé de ses 2 équivalents d'eau de cristallisation, m'a donné, par la distillation sèche, 41 centièmes de substances liquides tenant en dissolution une grande quantité de lactide, 29,5 de cuivre métallique, 3,3 de charbon, et 26,2 de gaz (CO et CO^2).

» Le lactate de cuivre présente une particularité digne d'attention; il cristallise quelquefois en gros prismes d'un vert foncé qui ne diffèrent, ni par la forme ni par la composition, du sel bleu dont je viens de parler. Redissous dans l'eau, ces cristaux verts se changent en cristaux bleus, et les uns et les autres ont pour formule

$$CuO,\ C^6H^5O^5,\ 2HO.$$

» Le lactate de cuivre, traité par une lessive de potasse caustique en excès, donne lieu à une liqueur bleue foncée; avec la chaux, une partie de l'oxyde

de cuivre se précipite, une autre reste en dissolution, même en présence d'un excès considérable de cet oxyde. Dans des conditions semblables, l'acétate de cuivre est toujours entièrement précipité, et la liqueur dans laquelle s'est effectuée la réaction est parfaitement incolore. Ce caractère permet de distinguer nettement l'acide lactique de l'acide acétique dans les sécrétions où ces deux acides n'existent pas simultanément.

» L'acide tartrique qui empêche, comme les sucres et l'acide lactique, la précipitation de l'oxyde de cuivre par la potasse caustique, n'apporte aucun obstacle à la précipitation complète de ce même oxyde métallique par un lait de chaux. Il en est de même des acides paratartrique et citrique. Les sels de cuivre sont précipités complétement par l'hydrate de chaux, nonobstant la présence de ces acides. L'acide lactique et les sucres dont il dérive, sont les seuls corps, parmi ceux que je viens de citer, en présence desquels l'oxyde de cuivre n'est pas précipité ou n'est précipité qu'incomplétement par la chaux. Avec les autres, la précipitation est toujours complète. Je note ces circonstances, parce qu'elles permettent de distinguer l'acide lactique de quelques-uns des corps qui l'accompagnent quelquefois.

» Quand il s'agit d'une substance aussi importante que l'acide lactique, aucune observation, pourvu qu'elle soit précise, ne doit paraître dénuée d'intérêt; on conçoit, par exemple, combien doivent être utiles des propriétés de l'ordre de celles dont je viens de parler pour constater rigoureusement la présence de l'acide lactique dans une sécrétion comme le suc gastrique, où il n'existe qu'en proportion très-minime et mêlé à beaucoup de matériaux divers.

» J'ajouterai ici, sans crainte d'être contredit, qu'il est à regretter que les analyses si nombreuses qui ont été faites des organes et des sécrétions des animaux, n'aient pas toujours été précédées d'un examen plus approfondi des principes constituants mêmes de ces organes et de ces sécrétions. A une époque où l'on ne connaissait pas d'une manière suffisante les propriétés caractéristiques de l'acide lactique, l'existence de cet acide a été tour à tour signalée et combattue dans le suc gastrique. C'est en s'appuyant sur quelques-unes des expériences rapportées dans ce Mémoire et sur quelques autres qui leur sont propres, que MM. Bernard et Barreswil viennent de résoudre, d'une manière qui paraîtra définitive, la question si débattue de la véritable cause de l'acidité du suc gastrique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur l'application des nouvelles formules à l'astronomie; par* M. **Augustin Cauchy**.

« Les nouvelles formules que j'ai données dans les précédents Mémoires peuvent être appliquées avec avantage, comme j'en ai déjà fait la remarque, à la recherche des inégalités que présentent les mouvements des planètes et des comètes elles-mêmes. Pour rendre cette application plus facile, il importe de décomposer en facteurs la fonction perturbatrice relative au système de deux planètes, et spécialement la partie de cette fonction qui est réciproquement proportionnelle à leur distance mutuelle. Cette décomposition sera l'objet de la présente Note, dans laquelle je montrerai d'ailleurs comment on peut déterminer, à l'aide de formules simples et d'un usage commode, les racines de l'équation qu'on obtient en égalant à zéro la distance mutuelle de deux planètes, considérée comme fonction de l'exponentielle qui a pour argument l'une des anomalies excentriques.

ANALYSE.

» Soient v la distance mutuelle de deux planètes m, m';

T, T' leurs anomalies moyennes;

et ψ, ψ' leurs anomalies excentriques.

Le calcul des inégalités périodiques produites dans le mouvement de la planète m par la planète m', et dans le mouvement de la planète m' par la planète m, exige le développement du rapport

$$\frac{1}{v}$$

suivant les puissances entières positives, nulles et négatives des exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}}.$$

Si l'on nomme en particulier

$$A_{n'} \quad \text{et} \quad A_{n',-n},$$

les coefficients des exponentielles

$$e^{n'T'\sqrt{-1}} \quad \text{et} \quad e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}}$$

dans le développement dont il s'agit, on aura

$$(1) \qquad A_{n'} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \frac{1}{v}\, e^{-nT'\sqrt{-1}}\, dT',$$

et

$$(2) \qquad A_{n',-n} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} A_{n'}\, e^{nT\sqrt{-1}}\, dT.$$

Comme on a, d'ailleurs, en nommant ε, ε' les excentricités des deux orbites,

$$T = \psi - \varepsilon \sin T, \quad T' = \psi' - \varepsilon' \sin \psi',$$

les formules (1), (2) pourront être réduites aux suivantes

$$(3) \qquad A_{n'} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \frac{1-\varepsilon'\cos\psi'}{v}\, e^{-n'T'\sqrt{-1}}\, d\psi',$$

$$(4) \qquad A_{n',-n} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} A_{n'}(1-\varepsilon\cos\psi)\, e^{nT\sqrt{-1}}\, d\psi.$$

En vertu de la formule (4), $A_{n',-n}$ sera la valeur moyenne de la fonction de ψ représentée par le produit

$$(5) \qquad A_{n'}(1-\varepsilon\cos\psi)\, e^{nT\sqrt{-1}}.$$

De plus, l'équation (3) peut être réduite à la formule

$$(6) \qquad A_{n'} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \frac{1-\varepsilon'\cos\psi'}{v}\, e^{-n'\psi'\sqrt{-1}}\, e^{n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1}}\, d\psi',$$

et, si l'on pose, pour abréger,

$$x = e^{\psi'\sqrt{-1}}, \quad \frac{n'\varepsilon'}{2} = c,$$

on aura

$$\cos\psi' = \frac{1}{2}\left(x + \frac{1}{x}\right), \quad n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1} = c\left(x - \frac{1}{x}\right).$$

Donc alors la formule (6) donnera

$$(7) \qquad A_{n'} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n'}\, F(x)\, d\psi',$$

la valeur de $F(x)$ étant

$$(8)\qquad F(x)=\frac{1-\varepsilon'\left(x+\frac{1}{x}\right)}{v}e^{c\left(x-\frac{1}{x}\right)};$$

et l'on en conclura que $A_{n'}$ représente précisément le coefficient de x^{n} dans le développement de la fonction $F(x)$ suivant les puissances entières de x. Il est d'ailleurs important d'observer que, dans la formule (8), v désigne une fonction de l'angle ψ', par conséquent de la variable x, et même une fonction algébrique dont la forme irrationnelle se déterminera comme il suit.

» Ainsi que je l'ai remarqué dans la séance du 5 août dernier, la valeur générale de v^2 est de la forme

$$(9)\qquad \left\{\begin{aligned} v^2 = \mathrm{h} &+ \mathrm{k}\cos(\psi-\psi'-\alpha) - \mathrm{b}\cos(\psi-\beta) - \mathrm{b}'\cos(\psi'-\beta') \\ &+ \mathrm{c}\cos(\psi+\psi'-\gamma) + \mathrm{i}\cos 2\psi + \mathrm{i}'\cos 2\psi', \end{aligned}\right.$$

h, k, b, b', c, i, i' désignant des constantes positives, et α, β, β', γ des angles constants. Il y a plus, si l'on pose

$$\begin{aligned} \mathrm{H} &= \mathrm{h} - \mathrm{b}\cos(\psi-\beta), \\ \mathrm{K}\cos\omega &= \mathrm{k}\cos(\psi-\alpha) + \mathrm{c}\cos(\psi-\gamma) - \mathrm{b}'\cos\beta', \\ \mathrm{K}\sin\omega &= \mathrm{k}\sin(\psi-\alpha) - \mathrm{c}\sin(\psi-\gamma) - \mathrm{b}'\sin\beta', \end{aligned}$$

la formule (9) deviendra

$$(10)\qquad v^2 = \mathrm{K} + \mathrm{H}\cos(\psi'-\omega) + \mathrm{i}'\cos 2\psi',$$

ou, ce qui revient au même,

$$v^2 = \mathrm{K} + \tfrac{1}{2}\mathrm{H}\left(xe^{-\omega\sqrt{-1}} + \frac{1}{x}e^{\omega\sqrt{-1}}\right) + \tfrac{1}{2}\mathrm{i}'\left(x^2+\frac{1}{x^2}\right).$$

Si maintenant on pose, pour abréger,

$$\frac{\mathrm{K}}{2\mathrm{i}'} = \mathrm{p}, \qquad \frac{\mathrm{H}}{3\mathrm{i}'} = \mathrm{q},$$

on aura simplement

$$(11)\qquad v^2 = \tfrac{1}{2}\mathrm{i}'\left[x^2+\frac{1}{x^2}+2\mathrm{p}\left(xe^{-\omega\sqrt{-1}}+\frac{1}{x}e^{\omega\sqrt{-1}}\right)+6\mathrm{q}\right],$$

et par suite l'équation

$$\iota^2 = 0$$

pourra être réduite à la suivante,

$$(12) \qquad x^2 + \frac{1}{x^2} + 2\mathrm{p}\left(xe^{-\omega\sqrt{-1}} + \frac{1}{x}e^{\omega\sqrt{-1}}\right) + 6\mathrm{q} = 0,$$

ou, ce qui revient au même, à la suivante,

$$(13) \qquad x^4 + 2\mathrm{p}\,x^3 e^{-\omega\sqrt{-1}} + 6\mathrm{q}\,x^2 + 2\mathrm{p}\,x e^{\omega\sqrt{-1}} + 1 = 0.$$

» Soit

$$x = \mathfrak{a}\, e^{\varphi\sqrt{-1}}$$

une racine de l'équation (12) ou (13), l'arc φ étant réel aussi bien que le module $\mathfrak{a}$; on aura identiquement

$$\mathfrak{a}^2 e^{2\varphi\sqrt{-1}} + \mathfrak{a}^{-2} e^{-2\varphi\sqrt{-1}} + 2\mathrm{p}\left[\mathfrak{a}\, e^{(\varphi-\omega)\sqrt{-1}} + \mathfrak{a}^{-1} e^{-(\varphi-\omega)\sqrt{-1}}\right] + 6\mathrm{q} = 0;$$

et comme cette dernière formule ne sera point altérée quand on remplacera $\mathfrak{a}$ par $\frac{1}{\mathfrak{a}}$, il est clair qu'on vérifiera encore l'équation (12) ou (13) en prenant

$$x = \frac{1}{\mathfrak{a}} e^{\varphi\sqrt{-1}}.$$

Donc les quatre racines de l'équation (13) se correspondront deux à deux, de manière à offrir, avec un même argument, deux modules inverses l'un de l'autre; donc ces quatre racines seront de la forme

$$\mathfrak{a} e^{\varphi\sqrt{-1}}, \quad \frac{1}{\mathfrak{a}} e^{\varphi\sqrt{-1}}, \quad \mathfrak{b} e^{\chi\sqrt{-1}}, \quad \frac{1}{\mathfrak{b}} e^{\chi\sqrt{-1}},$$

$\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$ désignant des quantités positives, et φ, χ des arcs réels. Donc la formule (11) donnera

$$(14) \quad \iota^2 = \frac{\mathrm{i}'}{2x^2}\left(x - \mathfrak{a} e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(x - \frac{1}{\mathfrak{a}} e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(x - \mathfrak{b} e^{\chi\sqrt{-1}}\right)\left(x - \frac{1}{\mathfrak{b}} e^{\chi\sqrt{-1}}\right),$$

et si l'on fait, pour abréger,

$$\mathfrak{K}^2 = \frac{2\mathfrak{a}\mathfrak{b}}{i'},$$

on aura simplement

(15) $$\iota^2 = \frac{\left(1-\mathfrak{a}xe^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\mathfrak{a}x^{-1}e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\mathfrak{b}xe^{\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\mathfrak{b}x^{-1}e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)}{\mathfrak{K}^2} e^{(\varphi+\chi)\sqrt{-1}}.$$

De plus, comme, en ayant égard à la formule

$$x = e^{\psi'\sqrt{-1}},$$

on trouvera

$$\left(1-\mathfrak{a}xe^{\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\mathfrak{a}x^{-1}e^{\varphi\sqrt{-1}}\right) = 1-2\mathfrak{a}\cos(\psi'-\varphi)+\mathfrak{a}^2 > 0,$$

et

$$\left(1-\mathfrak{b}xe^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\mathfrak{b}x^{-1}e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right) = 1-2\mathfrak{b}\cos(\psi'+\varphi)+\mathfrak{b}^2 > 0,$$

il est clair que la fraction comprise dans le second membre de la formule (15) offre une valeur réelle et positive. Donc, puisque ι^2 est lui-même réel et positif, on aura nécessairement

$$e^{(\varphi+\chi)\sqrt{-1}} = 1,$$

et, par suite,

$$e^{\chi\sqrt{-1}} = e^{-\varphi\sqrt{-1}}.$$

» Donc les quatre racines de l'équation (13) seront de la forme

$$\mathfrak{a}e^{\varphi\sqrt{-1}}, \quad \frac{1}{\mathfrak{a}}e^{\varphi\sqrt{-1}}, \quad \mathfrak{b}e^{-\varphi\sqrt{-1}}, \quad \frac{1}{\mathfrak{b}}e^{-\varphi\sqrt{-1}},$$

et l'équation (15) se réduira simplement à celle-ci :

(16) $$\iota^2 = \frac{\left(1-\mathfrak{a}xe^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\mathfrak{a}x^{-1}e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\mathfrak{b}xe^{\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\mathfrak{b}x^{-1}e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)}{\mathfrak{K}^2}.$$

On aura donc, par suite,

(17) $$\frac{1}{\iota} = \mathfrak{K}$$

$$\times\left(1-\mathfrak{a}xe^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}\left(1-\mathfrak{a}x^{-1}e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}\left(1-\mathfrak{b}xe^{\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}\left(1-\mathfrak{b}x^{-1}e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}.$$

Telle est la valeur de $\frac{1}{v}$ qui devra être substituée dans le second membre de la formule (8).

» On peut remarquer encore que, si l'on pose, pour abréger,

$$\eta' = \text{tang}\left(\tfrac{1}{2}\arcsin \varepsilon'\right),$$

on aura

$$\tfrac{1}{2}\varepsilon' = \frac{2\eta'}{1+\eta'^2},$$

$$1 - \varepsilon' \cos\psi' = \frac{\varepsilon'}{2\eta'}(1 - 2\eta'\cos\psi' + \eta'^2),$$

et par suite

$$(18) \qquad 1 - \varepsilon'\left(x + \frac{1}{x}\right) = \frac{\varepsilon'}{2\eta'}(1 - \eta' x)(1 - \eta' x^{-1}).$$

» Lorsqu'on veut appliquer les formules précédentes au calcul des inégalités que présentent les mouvements des astres, il importe d'évaluer en nombres les modules et les arguments des quatre racines imaginaires de l'équation (13). Soient

$$x_1,\ x_2,\ x_3,\ x_4$$

ces quatre racines, en sorte qu'on ait

$$x_1 = \alpha e^{\varphi\sqrt{-1}},\quad x_2 = \frac{1}{\alpha}e^{\varphi\sqrt{-1}},\quad x_3 = \beta e^{-\varphi\sqrt{-1}},\quad x_4 = \frac{1}{\beta}e^{-\varphi\sqrt{-1}}.$$

On pourrait, en ayant recours au procédé le plus généralement suivi, ramener la recherche des racines

$$x_1,\ x_2,\ x_3,\ x_4,$$

et par suite celle des quantités réelles

$$\alpha,\ \beta,\ \varphi,$$

à la résolution de l'équation du troisième degré qui a pour racines les carrés des trois sommes

$$x_1 + x_2 - x_3 - x_4,\quad x_1 + x_3 - x_2 - x_4,\quad x_1 + x_4 - x_2 - x_3.$$

Mais il sera mieux encore de réduire la détermination des quantités

$$\alpha,\ \beta,\ \varphi,$$

à la résolution de l'équation du troisième degré qui a pour racines les moitiés des trois sommes

$$x_1x_2+x_3x_4,\quad x_1x_3+x_2x_4,\quad x_1x_4+x_2x_3,$$

attendu que ces trois sommes s'expriment très-simplement en fonction de α, β, φ, à l'aide des formules

$$x_1x_2+x_3x_4=2\cos 2\varphi,\quad x_1x_3+x_2x_4=\alpha\beta+\frac{1}{\alpha\beta},\quad x_1x_4+x_2x_3=\frac{\alpha}{\beta}+\frac{\beta}{\alpha}.$$

Désignons par

$$y_1,\quad y_2,\quad y_3$$

les moitiés de ces trois sommes, et par y l'une quelconque d'entre elles. On aura

(19) $$y_1=\cos 2\varphi,\quad y_2=\frac{1}{2}\left(\alpha\beta+\frac{1}{\alpha\beta}\right),\quad y_3=\frac{1}{2}\left(\frac{\alpha}{\beta}+\frac{\beta}{\alpha}\right);$$

et l'équation du troisième degré

$$(y-y_1)(y-y_2)(y-y_3)=0$$

se réduira, en vertu de la formule (13), à la suivante,

(20) $$y^3-2\mathrm{q}y^2+(\mathrm{p}^2-1)y+3\mathrm{q}-\mathrm{p}^2\cos 2\omega=0,$$

De plus, si l'on pose dans cette dernière

$$y=z+\mathrm{q},$$

on en tirera

(21) $$z^3-\mathfrak{P}z-\mathfrak{Q}=0,$$

les valeurs de $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$ étant déterminées par les formules

(22) $$\mathfrak{P}=3\mathrm{q}^2-(\mathrm{p}-1)(\mathrm{p}+1),\quad \mathfrak{Q}=2\mathrm{q}(\mathrm{q}-1)(\mathrm{q}+1)-\mathrm{p}^2(\mathrm{q}-\cos 2\omega),$$

ou, ce qui revient au même, par les formules

$$(23) \qquad \mathfrak{P} = 3q^2 - p^2 + 1, \quad \mathfrak{Q} = q(2q^2 - p^2) + p^2 \cos 2\omega - q.$$

» Il suit des formules (19) que les trois racines de l'équation (20) sont réelles. Donc, on pourra en dire autant des trois racines de l'équation (21), ce qui suppose que la valeur de $\mathfrak{P}$ reste positive. Or, dans cette supposition, l'on tire de l'équation (21),

$$(24) \qquad v = \mathfrak{R} \cos \vartheta,$$

les valeurs de $\mathfrak{R}$ et de ϑ étant déterminées par les formules

$$(25) \qquad \mathfrak{R} = 2\left(\frac{\mathfrak{P}}{3}\right)^{\frac{1}{2}}, \qquad \cos 3\vartheta = \frac{3\mathfrak{Q}}{\mathfrak{P}\mathfrak{R}}.$$

Par suite, si l'on pose, pour abréger,

$$\tau = \text{arc} \cos \frac{3\mathfrak{Q}}{\mathfrak{P}\mathfrak{R}},$$

en sorte que τ désigne un arc renfermé entre les limites 0, π, les trois racines de l'équation en z seront

$$\mathfrak{R} \cos \frac{\tau}{3}, \quad \mathfrak{R} \cos \frac{\tau + 2\pi}{3}, \quad \mathfrak{R} \cos \frac{\tau - 2\pi}{3},$$

et les trois racines de l'équation en y seront

$$(26) \qquad q + \mathfrak{R} \cos \frac{\tau}{3}, \quad q + \mathfrak{R} \cos \frac{\tau + 2\pi}{3}, \quad q + \mathfrak{R} \cos \frac{\tau - 2\pi}{3}.$$

De ces trois racines, la plus petite, abstraction faite du signe, restera inférieure à l'unité, et sera la valeur de

$$(27) \qquad y_1 = \cos 2\varphi.$$

Les deux autres racines, positives et supérieures à l'unité, seront les valeurs des demi-sommes

$$(28) \qquad y_2 = \frac{1}{2}\left(\alpha\beta + \frac{1}{\alpha\beta}\right), \quad y_3 = \frac{1}{2}\left(\frac{\alpha}{\beta} + \frac{\beta}{\alpha}\right).$$

D'ailleurs, comme on l'a remarqué, les racines de l'équation (13), prises deux à deux, se correspondent de manière à offrir deux modules inverses l'un de l'autre, et dont l'un est nécessairement inférieur à l'unité. On peut donc, dans les calculs qui précèdent, supposer les modules α et β inférieurs à l'unité; et, si l'on désigne par α le plus grand de ces deux modules, on aura

$$\beta < \alpha < 1.$$

Dans cette hypothèse, y_2 sera la plus grande des deux valeurs de y qui surpassent l'unité. Ajoutons que l'on tirera des équations (28)

$$(29) \qquad \alpha\beta = \operatorname{tang}\left(\tfrac{1}{2}\operatorname{arc\,sin}\frac{1}{y_2}\right), \qquad \frac{\beta}{\alpha} = \operatorname{tang}\left(\tfrac{1}{2}\operatorname{arc\,sin}\frac{1}{y_3}\right),$$

et qu'après avoir ainsi déterminé les valeurs des quantités positives

$$\alpha\beta, \quad \frac{\beta}{\alpha},$$

il suffira, pour obtenir α et β, d'extraire les racines carrées de leur rapport et de leur produit. Quant à l'angle φ, il ne se trouvera pas complétement déterminé par la formule (27), à laquelle il conviendra de substituer celle que nous allons maintenant établir.

» La valeur de υ^2, exprimée en fonction de x, doit rester la même, soit qu'on la déduise de la formule (11) ou de la formule (16); on doit donc avoir identiquement, quel que soit x,

$$\begin{aligned}&\frac{\mathrm{i}'}{2}\left[x^2 + \frac{1}{x^2} + 2\mathrm{p}\left(xe^{-\omega\sqrt{-1}} + \frac{1}{x}e^{\omega\sqrt{-1}}\right) + 6\mathrm{q}\right]\\ &= \mathfrak{X}^{-2}\left(1 - \alpha x e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1 - \alpha x^{-1} e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1 - \beta x e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1 - \beta x^{-1} e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right).\end{aligned}$$

Si l'on remplace $\mathfrak{X}^{-2}$ par sa valeur $\frac{\mathrm{i}'}{2\alpha\beta}$, et x par $e^{\psi'\sqrt{-1}}$, dans l'équation précédente, on en tirera

$$(30) \qquad \left\{\begin{aligned}&\cos 2\psi' + 2\mathrm{p}\cos(\psi' - \omega) + 3\mathrm{q}\\ &= \frac{[1 - 2\alpha\cos(\psi' - \varphi) + \alpha^2]\,[1 - 2\beta\cos(\psi' + \varphi) + \beta^2]}{2\alpha\beta}.\end{aligned}\right.$$

De plus, si, dans l'équation (30) on remplace l'angle ψ' qui reste arbitraire

par $\psi' + \pi$, elle donnera

$$(31)\quad \cos 2\psi' - 2\mathrm{p}\cos(\psi' - \omega) + 3\mathrm{q} = \frac{[1 + 2\alpha\cos(\psi' - \varphi) + \alpha^2][1 + 2\beta\cos(\psi' + \varphi) + \beta^2]}{2\alpha\beta}.$$

Enfin, si l'on combine par voie d'addition et de soustraction les formules (30) et (31), on en conclura

$$\cos 2\psi' + 3\mathrm{q} = \frac{1}{2}\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)\left(\beta + \frac{1}{\beta}\right) + 2\cos(\psi' - \varphi)\cos(\psi' + \varphi),$$

ou, ce qui revient au même,

$$(32)\qquad 3\mathrm{q} = \frac{1}{2}\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)\left(\beta + \frac{1}{\beta}\right) + \cos 2\varphi,$$

et

$$(33)\qquad 2\mathrm{p}\cos(\psi' - \omega) = -\left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)\cos(\psi' + \varphi) - \left(\beta + \frac{1}{\beta}\right)\cos(\psi' - \varphi).$$

L'équation (32) qui, comme la formule (27), fournit seulement la valeur de $\cos 2\varphi$, ne peut servir à déterminer complétement l'angle φ. Mais il n'en est pas de même de l'équation (33), et si dans cette dernière on pose successivement

$$\psi' = 0, \quad \psi' = \frac{\pi}{2},$$

on en tirera

$$(34)\qquad \cos\varphi = -\frac{2\mathrm{p}\cos\omega}{\alpha + \frac{1}{\alpha} + \beta + \frac{1}{\beta}}, \quad \sin\varphi = -\frac{2\mathrm{p}\sin\omega}{\beta + \frac{1}{\beta} - \alpha - \frac{1}{\alpha}}.$$

Or, il est clair que les formules (34) déterminent complétement la valeur de φ ou plutôt le point de la circonférence avec lequel coïncide l'extrémité de l'arc représenté par la lettre φ.

» Il est important d'observer que, si l'on nomme ε, ε' les excentricités des orbites des deux planètes m et m', les valeurs de i, i' seront

$$(35)\qquad \mathrm{i} = \frac{\varepsilon^2}{2}, \quad \mathrm{i}' = \frac{\varepsilon'^2}{2}.$$

Donc, si l'on désigne par m' une des anciennes planètes, la valeur de i' sera

généralement très-petite. Donc alors la valeur de v^2, déterminée par l'équation (10), se réduira sensiblement à

$$(36)\qquad v^2 = \mathrm{H} + \mathrm{K}\cos(\psi' - \omega).$$

Par suite, deux racines de l'équation (13), celles-là mêmes que nous avons représentées par les produits

$$\alpha e^{\varphi\sqrt{-1}},\quad \frac{1}{\alpha} e^{\varphi\sqrt{-1}},$$

se réduiront sensiblement aux deux valeurs de

$$x = e^{\psi'\sqrt{-1}},$$

qui seront déterminées par la formule

$$(37)\qquad \mathrm{H} + \mathrm{K}\cos(\psi' - \omega) = 0,$$

c'est-à-dire aux deux racines de l'équation

$$(38)\qquad \mathrm{H} + \tfrac{1}{2}\mathrm{K}\left(x e^{\omega\sqrt{-1}} + \frac{1}{x} e^{-\omega\sqrt{-1}}\right) = 0.$$

D'ailleurs, si l'on pose, pour abréger,

$$\theta = \operatorname{tang}\left(\tfrac{1}{2}\arcsin\frac{\mathrm{K}}{\mathrm{H}}\right),$$

les deux racines de l'équation (38) sont

$$(39)\qquad x = -\theta e^{\omega\sqrt{-1}},\quad x = -\frac{1}{\theta} e^{\omega\sqrt{-1}}.$$

Donc, si l'on prend pour m' une des anciennes planètes, la r
tion (13), représentée par le produit

$$\alpha e^{\varphi\sqrt{-1}},$$

aura pour valeur approchée le produit

$$-\theta e^{\omega\sqrt{-1}} = \theta e^{(\pi + \omega)\sqrt{-1}}.$$

Alors aussi celle des racines de l'équation (13), que représente le produit

$$\beta e^{-\varphi\sqrt{-1}},$$

deviendra sensiblement nulle, en sorte que sa valeur approchée sera réduite à zéro. Ajoutons qu'en partant des valeurs approchées que nous venons d'obtenir pour les deux racines

$$\alpha e^{\varphi\sqrt{-1}},\quad \beta e^{-\varphi\sqrt{-1}},$$

on pourra les déterminer l'une et l'autre, très-facilement et avec une grande exactitude, en appliquant la méthode des approximations successives, donnée par Newton, à l'équation (13) présentée sous la forme

$$(40)\qquad x\left(x+\theta e^{\omega\sqrt{-1}}\right)+\mathrm{i}'\frac{\theta}{\mathrm{K}}\,\frac{1+x^4}{1+\theta x e^{-\omega\sqrt{-1}}}=0. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Construction géométrique des amplitudes dans les fonctions elliptiques. — Propriétés nouvelles des sections coniques; par* M. CHASLES.

« Quand une fonction elliptique de première espèce est égale à la somme ou à la différence de deux fonctions de même espèce, il existe entre les amplitudes des trois fonctions la relation algébrique

$$(1)\qquad \cos\varphi\cos\varphi'\mp\sin\varphi\sin\varphi'\sqrt{1-c^2\sin^2\mu}=\cos\mu,$$

qui sert à déterminer l'une des amplitudes en fonction des deux autres.

» Lagrange a construit géométriquement cette équation au moyen du triangle sphérique, et a fait voir que par une série de triangles sphériques, on opère aussi la *multiplication* des fonctions, c'est-à-dire qu'on détermine l'amplitude d'une fonction égale à un multiple d'une fonction donnée (*).

» M. Jacobi a donné, il y a quelques années, une construction beaucoup plus simple, pour ce dernier cas, de la multiplication des fonctions (**). Prenant à volonté un premier cercle, on en détermine un deuxième tel, que si l'on inscrit au premier une portion de polygone circonscrit au deuxième, le

---

(*) *Théorie des Fonctions analytiques;* page 85.

(**) *Journal de Mathématiques* de M. Crelle; t. III, p. 376-389, année 1828.

dernier sommet marque l'amplitude de la fonction égale à un multiple de la fonction donnée. Cette construction élégante a été reproduite et commentée par M. Legendre, dans le troisième supplément à son *Traité des Fonctions elliptiques* (mars 1832).

» Elle faisait désirer une construction analogue, pour l'addition et la soustraction des fonctions, et la représentation géométrique de l'équation des trois amplitudes.

» Toutefois, on ne possède encore, je crois, que la construction de Lagrange, par le triangle sphérique.

» Je me propose, dans ce Mémoire, de faire connaître divers autres modes de représentation, sur une figure, de l'équation des trois amplitudes, dont chacun offre un moyen facile de faire, sur les fonctions elliptiques de première espèce, les quatre opérations de l'addition, la soustraction, la multiplication, et la division par une puissance de 2.

» Ces constructions, très-diverses, comme on le verra, tirent leur origine des théorèmes sur les arcs d'une section conique, dont la différence est rectifiable, que j'ai eu l'honneur de communiquer, l'an dernier, à l'Académie (*). Ces théorèmes fournissent d'abord une première construction qui est l'application immédiate, aux amplitudes, des constructions relatives aux arcs eux-mêmes; et ensuite, au moyen de quelques propriétés des sections coniques, et du changement de module dans les fonctions elliptiques, on conclut de cette première solution diverses autres constructions, au nombre desquelles se trouve, individuellement, celle qui réalise la généralisation que pouvait faire désirer le beau théorème de M. Jacobi.

» Je n'ai parlé jusqu'ici que de la construction de l'équation des trois amplitudes, c'est-à-dire de l'expression géométrique, sur une figure, de la relation qui a lieu entre les amplitudes des trois fonctions $F(\varphi)$, $F(\varphi')$, $F(\mu)$, liées par l'équation

$$F(\mu) = F(\varphi) \pm F(\varphi').$$

» Mais dans le fait, les constructions que je donne ont quelque chose de plus général; elles se rapportent aux amplitudes de quatre fonctions liées entre elles par l'équation

$$F(\mu) \pm F(\mu') = F(\varphi) \pm F(\varphi').$$

(*) *Comptes rendus des séances de l'Académie*; t. XVII, p. 838-844; séance du 23 octobre 1843.

De sorte qu'elles font connaître immédiatement l'amplitude d'une fonction égale à la somme de deux fonctions données, moins une troisième; ce qui n'a pas lieu dans le triangle sphérique.

» Tous ces modes de construction s'appliquent à la multiplication des fonctions, et pour cet objet même, ils ont plus d'extension et de généralité que le théorème de M. Jacobi, parce qu'on peut multiplier immédiatement la *différence* de deux fonctions, aussi simplement qu'une seule fonction, et qu'on peut en outre exprimer le produit par la *différence* de deux fonctions, dont l'une est arbitraire : de sorte que c'est l'équation indéterminée

$$F(\mu) - F(\mu') = n\ [F(\alpha) - F(\alpha')]$$

que ces constructions servent à résoudre et dont elles donnent toutes les solutions.

» Les théorèmes sur lesquels reposent ces constructions sont autant de propriétés de certains systèmes de deux sections coniques, ou de deux cercles, qui s'expriment toutes par l'équation

$$\cos\varphi \cos\varphi' \pm \sin\varphi \sin\varphi' \sqrt{1 - c^2 \sin^2 \mu} = \cos\mu.$$

» Je conserve d'abord cette forme même de la relation entre les deux angles φ, φ', dans laquelle c est plus petit que l'unité, suivant l'usage adopté dans la théorie des fonctions elliptiques. Mais ensuite, laissant de côté cette condition, et n'ayant en vue que l'équation générale

$$(2) \qquad \cos\varphi \cos\varphi' + A \sin\varphi \sin\varphi' = B,$$

dans laquelle A et B sont deux constantes quelconques, je montre que les théorèmes déjà obtenus conduisent, à l'aide des moyens de transformation des figures, dont la Géométrie moderne est en possession, à une foule d'autres théorèmes différents, dont quelques-uns encore seraient susceptibles d'application au cas des fonctions elliptiques où le module est plus petit que l'unité.

» Si l'on considère que tant de résultats, dont chacun exigerait, en Géométrie analytique, une démonstration différente et parfois difficile, dérivent aisément d'un seul théorème primitif dont ils ne sont, en quelque sorte, que des transformations qui se font par le seul raisonnement, sans exiger ni calcul, ni figures, on verra, je crois, dans cette fécondité et cette facilité de dé-

monstration, un nouvel exemple des ressources que pourraient offrir les méthodes géométriques, si cette partie si importante des sciences mathématiques était plus cultivée.

» Ce Mémoire est divisé en quatre paragraphes.

» Dans le premier se trouve une construction des amplitudes, par la considération des arcs d'ellipse.

» Dans le deuxième sont les divers théorèmes qui forment l'expression géométrique de l'équation des trois amplitudes.

» Dans le troisième je donne un exemple de l'usage de ces théorèmes pour l'addition, la soustraction, la multiplication, et la division par une puissance entière de 2, des fonctions elliptiques.

» Enfin, dans le quatrième paragraphe je fais connaître diverses autres propriétés des sections coniques, qui roulent encore sur l'équation des trois amplitudes, mais où la valeur du module n'est plus limitée et moindre que l'unité.

§ Ier. — *Construction des amplitudes, par la considération des arcs d'ellipse.*

» **1**. Première question. — *Construire l'équation*

$$F(\varphi) - F(\varphi') = F(\alpha) - F(\alpha');$$

c'est-à-dire, *étant données les amplitudes* α, α' *de deux fonctions, déterminer tous les systèmes de deux amplitudes* φ, φ', *répondant à deux autres fonctions dont la différence soit égale à celle des deux premières.*

» Qu'on prenne une ellipse ayant son demi-grand axe égal à l'unité et son excentricité égale au module des fonctions, et qu'on prenne sur cette ellipse, à partir du sommet D situé sur le petit axe, les arcs Da, Da' dont les amplitudes sont α, α'; que par les points a, a' on mène les deux tangentes à l'ellipse; et que par le point d'intersection de ces deux tangentes on fasse passer une seconde ellipse décrite des mêmes foyers que la première; puis enfin, que d'un point quelconque de cette ellipse on mène deux tangentes à la première, les points de contact m, m' déterminent deux arcs Dm, Dm', dont les amplitudes satisfont à la question.

» En effet, les deux arcs mm', aa' ont leur différence assignable en ligne droite (*), de sorte qu'on a, suivant la notation de Legendre pour les arcs

(*) *Comptes rendus,* tome XVII, page 840.

d'ellipse ou fonctions de seconde espèce,

$$E(\varphi) - E(\varphi') = E(\alpha) - E(\alpha') + L,$$

L désignant une quantité algébrique.

» Mais il existe, entre les fonctions de première espèce de mêmes amplitudes, la même relation, dans laquelle seulement la quantité algébrique est nulle. On a donc

$$F(\varphi) - F(\varphi') = F(\alpha) - F(\alpha').$$

» Ainsi notre construction des deux amplitudes φ, φ' se trouve démontrée.

» 2. On peut prendre à volonté l'un des deux arcs Dm, Dm', et par conséquent l'une des deux amplitudes φ, φ', de sorte que cette construction résout l'équation

$$F(\varphi) = F(\varphi') + F(\alpha) - F(\alpha'),$$

dans laquelle φ', α et α' sont connues.

» Et comme l'une quelconque de ces trois amplitudes peut être nulle, il s'ensuit que la construction convient tout à la fois pour la soustraction et l'addition de deux fonctions.

» 3. Deuxième question. *Construire l'équation*

$$F(\varphi) + F(\varphi') = F(\alpha) + F(\alpha');$$

c'est-à-dire, *étant données les amplitudes α, α' de deux fonctions, déterminer tous les systèmes de deux amplitudes répondant à deux fonctions dont la somme soit égale à celle des deux premières.*

» Après avoir pris, sur la même ellipse que ci-dessus, les deux arcs Da, Da', et déterminé le point de concours des tangentes en a et a', on décrira l'hyperbole qui passe par ce point et qui a les mêmes foyers que l'ellipse. D'un point pris arbitrairement sur cette hyperbole, on mènera deux tangentes à l'ellipse : soient m, m' leurs points de contact; les amplitudes φ, φ' des deux arcs Dm, Dm' satisferont à la question, c'est-à-dire qu'on aura

$$F(\varphi) + F(\varphi') = F(\alpha) + F(\alpha').$$

» Cette construction se conclut, comme la précédente, de nos théorèmes sur les arcs d'ellipse. En effet, soit K le point où l'hyperbole rencontre l'arc

aa', on aura $Ka - Ka' = L$, ou

$$Da - DK = DK - Da' + L,$$

ou

$$Da + Da' = 2\,DK + L.$$

Pareillement,

$$Dm + Dm' = 2\,DK + L';$$

donc

$$Dm + Dm' = Da + Da' + (L' - L)$$

ou

$$E(\varphi) + E(\varphi') = E(\alpha) + E(\alpha') + (L' - L),$$

et par conséquent

$$F(\varphi) + F(\varphi') = F(\alpha) + F(\alpha').$$

» 4. Si le point pris sur l'hyperbole est celui où cette courbe rencontre l'arc d'ellipse aa', on aura

$$\varphi = \varphi' \quad \text{et} \quad F\varphi = \tfrac{1}{2}[F(\alpha) + F(\alpha')].$$

On détermine donc immédiatement l'amplitude d'une fonction égale à la *demi-somme* de deux fonctions données. L'une de celles-ci peut être nulle, de sorte qu'on détermine l'amplitude de la fonction égale à la *moitié* d'une fonction donnée.

» 5. Troisième question. *Construire l'équation*

$$F(\varphi) - F(\varphi') = n\,[F(\alpha) - F(\alpha')];$$

c'est-à-dire, *déterminer les amplitudes de deux fonctions qui aient leur différence égale à un multiple de la différence de deux fonctions données.*

» Après avoir déterminé les deux ellipses, comme dans la première question, on circonscrira à l'ellipse interne une portion de polygone de $(n + 1)$ côtés dont les n sommets soient situés sur l'ellipse externe : soient m, m' les points de contact des deux côtés extrêmes, le premier et le dernier, de cette portion de polygone, et soient φ, φ' les amplitudes des deux arcs Dm, Dm'; ce seront les amplitudes de deux fonctions satisfaisant à la question; c'est-à-dire qu'on aura

$$F(\varphi) - F(\varphi') = n\,[F(\alpha) - F(\alpha')].$$

» En effet, d'après les théorèmes sur les arcs d'ellipses, déjà cités, l'arc mm' est égal à n fois l'arc aa', plus une quantité algébrique, ce qui s'exprime par l'équation

$$\mathrm{D}m - \mathrm{D}m' = n\,(\mathrm{D}a - \mathrm{D}a') + \mathrm{L},$$

ou

$$\mathrm{E}(\varphi) - \mathrm{E}(\varphi') = n\,[\mathrm{E}(\alpha) - \mathrm{E}(\alpha')] + \mathrm{L}.$$

Or, à cette équation répond celle-ci:

$$\mathrm{F}(\varphi) - \mathrm{F}(\varphi') = n\,[\mathrm{F}(\alpha) - \mathrm{F}(\alpha')].\ \text{Donc, etc.}$$

» Si l'on prend l'origine du polygone, c'est-à-dire le point de contact de son premier côté, au sommet D de l'ellipse, on aura

$$\varphi = 0,$$

et simplement

$$\mathrm{F}(\varphi') = n\,[\mathrm{F}(\alpha) - \mathrm{F}(\alpha')];$$

et si la fonction $\mathrm{F}(\alpha')$ est nulle,

$$\mathrm{F}(\varphi') = n.\mathrm{F}(\alpha).$$

» **6**. On voit que la multiplication des fonctions se fait sur la figure même qui sert à déterminer deux fonctions dont la différence est donnée. Pour déterminer ces deux fonctions, on circonscrit à l'ellipse interne un angle qui ait son sommet sur l'ellipse externe; et, pour déterminer deux fonctions dont la différence soit égale à un multiple n de la différence de ces deux premières, on circonscrit à la même ellipse n angles formant une portion de polygone continue. Comme l'origine du polygone est arbitraire, la question a une infinité de solutions.

» C'est aussi au moyen d'une portion de polygone, circonscrit et inscrit à deux cercles, que M. Jacobi a multiplié les fonctions. Mais la construction de l'illustre géomètre satisfait seulement à l'équation

$$\mathrm{F}(\varphi) = n\,\mathrm{F}(\alpha),$$

parce qu'elle ne permet pas de placer l'origine du polygone en un point quelconque du cercle. Nous donnerons à cette élégante construction toute l'extension dont elle était susceptible.

» **7**. Les arcs d'hyperbole pourraient servir, de même que les arcs d'ellipse, pour la solution des questions que nous venons de résoudre. Le module des

fonctions étant c, l'hyperbole aurait son demi-grand axe égal à c, et son excentricité égale à l'unité. Nous avons pris de préférence l'ellipse, parce qu'elle se prête mieux à la démonstration des théorèmes qui font sujet du paragraphe suivant.

§ II. — *Expressions géométriques de l'équation*

$$\cos\varphi\cos\varphi' \pm \sin\varphi\sin\varphi'\sqrt{1-c^2\sin^2\mu} = \cos\mu.$$

» **8**. Nous avons vu (**1** et **3**) qu'ayant une ellipse dont le demi-grand axe est égal à l'unité, et l'excentricité égale à c, si d'un point d'une seconde conique, ellipse ou hyperbole, décrite des mêmes foyers, on mène deux tangentes à cette ellipse, les points de contact marquent deux arcs dont les amplitudes φ, φ' sont celles de deux fonctions de première espèce, ayant leur différence ou leur somme constante; conséquemment, il y a entre ces deux amplitudes une relation constante, de la forme de l'équation ci-dessus.

» Pour donner au théorème qui résulte de là un énoncé tout géométrique et indépendant de la considération des amplitudes des arcs d'ellipse, rappelons comment se déterminent ces amplitudes.

» Pour déterminer l'amplitude d'un arc d'ellipse, on élève par l'extrémité de cet arc une ordonnée jusqu'à la rencontre du cercle décrit sur le grand axe comme diamètre : l'angle que le rayon mené au point de rencontre fait avec le petit axe, est l'amplitude.

» On peut encore mener la tangente à l'ellipse par l'extrémité de l'arc; cette tangente rencontre le grand axe en un point par lequel on mène une tangente au cercle; l'angle que cette tangente fait avec le grand axe est égal à l'amplitude.

» **9**. D'après cette seconde construction, nous énoncerons le théorème suivant:

» Théorème I. *Ayant une ellipse, et une seconde conique, ellipse ou hyperbole, décrite des mêmes foyers; si de chaque point de cette seconde courbe on mène deux tangentes à l'ellipse, et que par les points où ces deux droites rencontrent la ligne des foyers, on mène deux tangentes au cercle décrit sur le grand axe de l'ellipse, comme diamètre, les angles que ces deux tangentes feront avec ce grand axe auront entre eux la relation constante*

$$\cos\varphi\cos\varphi' \pm \sin\varphi\sin\varphi'\sqrt{1-c^2\sin^2\mu} = \cos\mu,$$

dans laquelle c *est le rapport de l'excentricité au demi-grand axe de l'ellipse.*

» Le signe + aura lieu si la seconde conique est une ellipse, et le signe —, si c'est une hyperbole.

» La constante μ dépend de la grandeur de la seconde conique.

» **10.** Ce théorème va nous conduire à diverses autres propositions exprimant toutes la même relation entre deux angles, et qui s'énoncent d'une manière plus simple, parce que l'on n'a plus à y considérer un cercle auxiliaire. Les unes sont relatives encore à deux coniques; d'autres à une conique et à un cercle, et d'autres au système de deux cercles.

» **11.** Les tangentes à l'ellipse et au cercle, issues d'un même point du grand axe, touchent les deux courbes en deux points situés sur une ordonnée; conséquemment les angles e, φ qu'elles font avec ce grand axe, ont entre eux la relation $\frac{\tang e}{\tang \varphi} = b$, b représentant le demi-petit axe de l'ellipse. On a donc, en appelant λ l'angle que la tangente à l'ellipse fait avec le petit axe, $b \tang \lambda \tang \varphi = 1$. Cette équation prouve que λ est l'amplitude de la fonction de première espèce complémentaire de la fonction dont φ représente l'amplitude : de sorte que les angles λ, λ', que les deux tangentes à l'ellipse font avec le petit axe, sont les amplitudes de deux fonctions dont la somme ou la différence est constante, le module étant encore c. On a donc ce théorème :

» Théorème II. *Étant données une ellipse et une seconde conique, ellipse ou hyperbole, décrites des mêmes foyers; si d'un point de cette courbe on mène deux tangentes à l'ellipse, les angles* λ, λ', *que ces deux droites feront avec le petit axe, auront entre eux la relation constante*

$$\cos\lambda \cos\lambda' \pm \sin\lambda \sin\lambda' \sqrt{1 - c^2 \sin^2\mu} = \cos\mu,$$

où c *est le rapport entre l'excentricité et le demi-grand axe de l'ellipse.*

» **12.** Lemme. *Soit* λ *l'angle que la tangente à une ellipse fait avec le petit axe, et* ψ *l'angle que le rayon vecteur mené d'un foyer au point de contact fait avec le grand axe; on a entre ces deux angles la relation* $\sin(\psi - \lambda) = c \sin\lambda$, c *représentant le rapport de l'excentricité de l'ellipse au demi-grand axe.*

» La démonstration de ce lemme ne présente aucune difficulté.

» **13.** L'équation $\sin(\psi - \lambda) = c \sin\lambda$ est la formule connue qui sert à changer de module dans les fonctions elliptiques, c'est-à-dire que si λ est l'am-

plitude et c le module d'une fonction, $\frac{1}{2}\psi$ représente l'amplitude d'une autre fonction ayant pour module $\frac{2\sqrt{c}}{1+c}$, qui est égale à la première multipliée par la quantité constante $\frac{1+c}{2}$. De sorte que quand les deux angles λ, λ' sont les amplitudes de deux fonctions ayant leur somme ou leur différence constante, $\frac{1}{2}\psi$, $\frac{1}{2}\psi'$ sont les amplitudes de deux autres fonctions qui ont aussi leur somme ou leur différence constante. Il existe donc entre ces angles $\frac{1}{2}\psi$, $\frac{1}{2}\psi'$ la relation des trois amplitudes. Ainsi, l'on a ce théorème :

» Théorème III. *Étant données une ellipse et une seconde conique, ellipse ou hyperbole, décrites des mêmes foyers; si de chaque point de cette seconde courbe on mène deux tangentes à l'ellipse, les rayons vecteurs menés d'un foyer aux deux points de contact feront avec le grand axe deux angles* ψ, ψ', *entre lesquels aura lieu la relation constante*

$$\cos\tfrac{1}{2}\psi\cos\tfrac{1}{2}\psi' \pm \sin\tfrac{1}{2}\psi\sin\tfrac{1}{2}\psi'\sqrt{1-\frac{4c}{(1+c)^2}\sin^2\tfrac{1}{2}\mu} = \cos\tfrac{1}{2}\mu,$$

où c *est le rapport de l'excentricité au demi-grand axe de l'ellipse.*

» **14**. Lemme. *Une tangente étant menée en un point d'une ellipse, le rayon vecteur mené d'un foyer au point où la tangente rencontre le petit axe, fait avec cette tangente un angle égal à l'angle que le rayon vecteur mené de l'autre foyer au point de contact, fait avec le grand axe.*

» **15**. Il suit de là que, dans le théorème précédent, on peut remplacer les angles ψ, ψ' par les angles ν, ν', que les rayons menés du second foyer aux points où les deux tangentes rencontrent le petit axe, font avec ces tangentes, respectivement. On a donc ce théorème :

» Théorème IV. *Étant données une ellipse et une seconde conique, ellipse ou hyperbole, décrites des mêmes foyers; si d'un point de cette seconde courbe on mène deux tangentes à l'ellipse, les angles* ν, ν', *que les rayons vecteurs menés d'un foyer aux deux points où elles rencontrent le petit axe, font avec ces tangentes, respectivement, auront entre eux la relation constante*

$$\cos\tfrac{1}{2}\nu\cos\tfrac{1}{2}\nu' \pm \sin\tfrac{1}{2}\nu\sin\tfrac{1}{2}\nu'\sqrt{1-\frac{4c}{(1+c)^2}\sin^2\tfrac{1}{2}\mu} = \cos\tfrac{1}{2}\mu,$$

dans laquelle c *est le rapport de l'excentricité au demi-grand axe de l'ellipse.*

» **16.** Reprenons le théorème I; soient m, m' les points de contact des deux tangentes à l'ellipse A, issues d'un point de la seconde conique B; la corde mm' est tangente à une troisième conique C, qui est la polaire de la seconde B par rapport à l'ellipse A. Les points d'intersection de cette troisième conique et de l'ellipse, points imaginaires, sont situés sur les deux directrices de celle-ci. On peut donc, au lieu de déterminer les deux points m, m' en menant des tangentes à l'ellipse A par un point de la seconde conique, les déterminer en faisant rouler une tangente sur la troisième courbe C.

» D'après cette considération, on pourra substituer, dans les quatre théorèmes précédents, la conique C à la conique B; cette courbe devant satisfaire simplement à la condition d'avoir pour axes de symptose (*) avec l'ellipse A les deux directrices de celle-ci; c'est-à-dire que l'ellipse ayant pour équation

$$x^2 + \frac{y^2}{1 - c^2} = 1,$$

la conique C passera par les points, imaginaires, communs à cette courbe et à une autre ligne représentée par l'équation

$$x^2 - \frac{1}{c^2} = 0;$$

de sorte que son équation sera de la forme

$$x^2 (1 + \varepsilon) + \frac{y^2}{1 - c^2} = 1 + \frac{\varepsilon}{c^2}.$$

» On aura ainsi quatre théorèmes, différents des précédents, mais toujours relatifs à deux coniques ayant entre elles une certaine relation particulière. Nous n'énoncerons pas ces théorèmes.

» Mais les considérations que nous venons d'exposer vont nous conduire à des théorèmes d'une autre espèce, relatifs à un cercle et à une conique concentrique.

(*) J'ai appelé *axes de symptose* les deux droites, toujours réelles, sur lesquelles sont situés les quatre points d'intersection, réels ou imaginaires, de deux coniques (V. *Annales de Mathématiques*, tome XVIII, page 285); ce sont les deux droites que M. Poncelet a appelées *sécantes communes*, *réelles* ou *idéales*, ou bien *axes d'homologie* des deux coniques. (V. *Traité des Propriétés projectives*.)

» **17**. Concevons l'ellipse A et la conique C dont il vient d'être question; une tangente à celle-ci rencontre l'ellipse en deux points m, m'; et les ordonnées menées par ces points rencontrent le cercle décrit sur le grand axe de l'ellipse, comme diamètre, en deux points e, e'; les angles φ, φ', que les deux rayons du cercle Oe, Oe' font avec le petit axe, sont les amplitudes des deux arcs marqués par les points m, m', et l'on a

$$\cos\varphi\cos\varphi' \pm \sin\varphi\sin\varphi'\sqrt{1-c^2\sin^2\mu} = \cos\mu.$$

» La corde ee' est tangente à une conique D qu'on forme en portant sur les ordonnées de la conique C d'autres ordonnées qui soient à celles-ci dans le rapport de 1 à $\sqrt{1-c^2}$, de même qu'on forme le cercle en augmentant dans le même rapport les ordonnées de l'ellipse A. L'équation de cette nouvelle courbe D est

$$x^2(1+\varepsilon)+y^2 = 1+\frac{\varepsilon}{c^2}.$$

Elle a pour axes de symptose avec le cercle, les directrices de l'ellipse A, c'est-à-dire deux droites situées à la distance $\frac{1}{\varepsilon}$ du centre; il en résulte donc ce théorème :

» Théorème V. *Étant donnés un cercle et une conique concentrique, si l'on fait rouler sur la conique une tangente qui rencontre le cercle en deux points, les angles que les rayons menés du centre à ces deux points font avec le petit axe de la conique, ont entre eux la relation constante*

$$\cos\varphi\cos\varphi' \pm \sin\varphi\sin\varphi'\sqrt{1-c^2\sin^2\mu} = \cos\mu,$$

dans laquelle c *est le rapport entre le rayon du cercle et la distance du centre aux deux axes de symptose du cercle et de la conique, parallèles au petit axe de celle-ci.*

» **18**. Les tangentes au cercle menées par les deux points où une tangente à la conique D le rencontre, se coupent en un point dont le lieu géométrique est une autre conique E, qui a pour équation

$$\frac{x^2}{1+\varepsilon}+y^2 = \frac{1}{1+\frac{\varepsilon}{c^2}}.$$

» Cette courbe a son grand axe dirigé suivant l'axe des y; et ses centres

d'homologie (*) avec le cercle sont situés sur l'axe des x, à une distance du centre égale à c. On a donc ce théorème :

» Théorème VI. *Étant donnés un cercle et une conique, ellipse ou hyperbole, concentriques; si de chaque point de cette courbe on mène deux tangentes au cercle, les angles qu'elles feront avec le petit axe de la conique auront entre eux la relation constante*

$$\cos\varphi\cos\varphi', \pm \sin\varphi\sin\varphi' \sqrt{1 - c^2\sin^2\mu} = \cos\mu,$$

dans laquelle le rayon du cercle étant pris pour unité, c *représente la distance des centres d'homologie des deux courbes, situés sur le petit axe, au centre de figure.*

» Quand deux coniques sont décrites des mêmes foyers, ces deux points sont leurs centres d'homologie; par conséquent, la proposition actuelle a de l'analogie avec le théorème II, relatif à deux coniques.

» **19.** Au lieu de deux coniques, ou d'une conique et d'un cercle, nous allons nous servir maintenant du système de deux cercles.

» Pour cela il suffit de faire la transformation polaire des deux coniques biconfocales, en prenant pour conique auxiliaire un cercle ayant son centre en l'un de leurs foyers F. Aux deux coniques correspondent deux cercles qui ne se rencontrent pas, et dans lesquels il existe deux points, situés sur leur ligne des centres, dont chacun a pour polaire, par rapport aux deux cercles, une même droite qui passe par l'autre point. L'un de ces points est le foyer F qu'on a pris pour centre du cercle qui a servi à faire la transformation. Il est intérieur au premier cercle, celui qui correspond à l'ellipse; et il est intérieur ou extérieur au second cercle, correspondant à la seconde conique, suivant que celle-ci est une ellipse ou une hyperbole. L'autre point correspond au petit axe des deux coniques. La droite menée par le point milieu de ces deux points, perpendiculairement à la ligne des centres, est l'axe de symptose, ou corde commune *idéale*, des deux cercles; cette droite correspond au second foyer des deux coniques.

» L'excentricité c représente, dans la nouvelle figure, le rapport entre la distance du point F au centre du premier cercle et le rayon de ce cercle; et

(*) M. Poncelet a appelé *centres d'homologie* de deux coniques, deux points, toujours réels, qui sont les points d'intersection des quatre tangentes, réelles ou imaginaires, communes aux deux courbes. (Voir *Traité des Propriétés projectives*, section III.)

l'expression $\frac{4c}{(1+c)^2}$ représente le rapport entre le diamètre de ce cercle et la distance de l'axe de symptose des deux cercles au point le plus éloigné du premier. Ainsi ces deux quantités c et $\frac{2\sqrt{c}}{1+c}$, qui seront les modules des fonctions elliptiques, auront dans nos nouveaux théorèmes une expression géométrique aussi simple que dans les théorèmes précédents.

» **20.** Le théorème I donne lieu, indépendamment des deux cercles correspondants aux deux coniques, à une conique qui correspond au cercle décrit sur le grand axe de l'ellipse, comme diamètre. Cette conique est une ellipse qui a l'un de ses foyers au point F, et pour grand axe le diamètre du premier cercle. Sa considération complique le théorème, que nous n'énoncerons pas ici : les théorèmes suivants seront d'un énoncé plus facile.

» **21.** Passons donc au théorème II. Il donne celui-ci :

» Théorème VII. *Étant donnés deux cercles qui ne se rencontrent pas, et étant pris le point* F *intérieur au premier, qui a la même polaire dans les deux cercles ; si l'on mène une tangente au second cercle, laquelle rencontre le premier en deux points, les rayons vecteurs menés du point* F *à ces deux points feront avec le diamètre sur lequel est situé ce point* F, *deux angles* λ, λ' *qui auront entre eux la relation constante*

$$\cos\lambda\cos\lambda' \pm \sin\lambda\sin\lambda'\sqrt{1-c^2\sin^2\mu} = \cos\mu,$$

dans laquelle le module c *est égal au rapport qui a lieu entre la distance du point* F *au centre du premier cercle, et le rayon de ce cercle.*

» **22.** Du théorème III on déduit le suivant :

» Théorème VIII. *Étant donnés deux cercles qui ne se rencontrent pas, si l'on mène une tangente au second, qui rencontre le premier en deux points, ces points marqueront deux arcs* ψ, ψ', *comptés à partir de la ligne des centres, entre lesquels aura lieu la relation constante*

$$\cos\tfrac{1}{2}\psi\cos\tfrac{1}{2}\psi' \pm \sin\tfrac{1}{2}\psi\sin\tfrac{1}{2}\psi'\sqrt{1-c_1^2\sin^2\tfrac{1}{2}\mu} = \cos\tfrac{1}{2}\mu,$$

la quantité c_1^2 *exprimant le rapport qui a lieu entre le diamètre du premier cercle et la distance de l'axe de symptose des deux cercles au point le plus éloigné du premier.*

» **23.** Le théorème IV fournit le suivant :

» Théorème IX. *Étant donnés deux cercles qui ne se rencontrent pas, si*

l'on fait rouler sur le second une tangente qui rencontre le premier en deux points, les angles ν, ν', *qui auront pour sommets ces deux points, et dont les côtés passeront par les deux points fixes, dont chacun a la même polaire dans les deux cercles, auront entre eux la relation constante*

$$\cos \tfrac{1}{2}\nu \cos \tfrac{1}{2}\nu' \pm \sin \tfrac{1}{2}\nu \sin \tfrac{1}{2}\nu' \sqrt{1 - c_1^2 \sin^2 \tfrac{1}{2}\mu} = \cos \tfrac{1}{2}\mu,$$

dans laquelle le carré c_1^2 *représente le rapport qui a lieu entre le diamètre du premier cercle et la distance de l'axe de symptose des deux cercles au point le plus éloigné du premier.*

» **24.** Tous ces théorèmes dérivent de notre construction des amplitudes par les arcs d'ellipse. Nous aurions pu nous servir aussi de l'hyperbole, comme nous l'avons dit, et cette courbe donnerait lieu immédiatement à quelques autres théorèmes, mais qui sont moins simples que les précédents; c'est pourquoi nous ne les énoncerons pas ici. Toutefois, ces théorèmes conduiraient, par quelques transformations, aux précédents, de même qu'on pourrait aussi les tirer de ceux-là.

§ III.— *Application des théorèmes précédents à la détermination des amplitudes des fonctions elliptiques.*

» **25.** L'usage de ces théorèmes pour l'addition, la soustraction, la multiplication et la division par 2, des fonctions de première espèce, est très-facile.

» Proposons-nous cette question générale de la multiplication, qui comprend l'addition et la soustraction :

» *Étant données deux fonctions* $F(\alpha)$, $F(\alpha)$, *déterminer deux autres fonctions* $F(\varphi)$, $F(\varphi')$, *dont la différence soit égale à un multiple de la différence des deux premières.*

» Il s'agit de construire l'équation

$$F(\varphi) - F(\varphi') = n[F(\alpha) - F(\alpha)],$$

dans laquelle l'une des deux fonctions $F(\varphi)$, $F(\varphi')$ peut être prise arbitrairement.

» **26.** Servons-nous du théorème VIII.

» On prendra un cercle quelconque C, et, sur un de ses diamètres AA', un point extérieur F' tel, que le rapport de ce diamètre à la distance de ce

point F′ au point du diamètre, le plus éloigné, savoir, $\frac{AA'}{F'A'}$, soit égal au carré du module des fonctions.

» On prendra sur le cercle, à partir du point A, deux arcs Am, Am', doubles des deux amplitudes données α, α', et l'on joindra ces deux points par la corde mm'.

» On décrira le cercle tangent à cette corde, et ayant pour axe de symptose avec le cercle C la perpendiculaire au diamètre AA′ élevée par le point F′. Deux cercles satisfont à la question : l'un intérieur au cercle C, et l'autre extérieur; on prendra le cercle intérieur (*).

» Enfin on inscrira dans le cercle C une portion de polygone de $(n+1)$ sommets, dont les n côtés soient tangents au second cercle. Soient M_1 le premier sommet, lequel est pris arbitrairement, et M_{n+1} le dernier, les arcs $\frac{1}{2}AM_1$, $\frac{1}{2}AM_{n+1}$ seront les amplitudes des deux fonctions cherchées, c'est-à-dire que l'on aura, en appelant φ, φ', ces deux arcs

$$F(\varphi) - F(\varphi') = n[F(\alpha) - F(\alpha')].$$

» **27**. Si l'on suppose $n = 1$, la portion de polygone se réduit à une seule tangente au second cercle, et cette tangente donne la solution de l'équation

$$F(\varphi) - F(\varphi') = F(\alpha) - F(\alpha').$$

» On détermine donc une infinité des systèmes de deux fonctions dont la différence est égale à la différence des deux fonctions données.

» Si la fonction $F(\varphi')$ est donnée, on a

$$F(\varphi) = F(\varphi') + F(\alpha) - F(\alpha'),$$

c'est-à-dire que l'on détermine une fonction égale à la somme de deux autres, diminuée d'une troisième.

» Si $F(\varphi') = 0$, on détermine une fonction égale à la différence de deux fonctions données.

(*) On détermine ces deux cercles par une construction extrêmement simple. Par le point où la corde mm' rencontre l'axe de symptose, on mène la tangente au cercle C; puis on porte sur cette corde, à partir de ce point, deux segments égaux à la longueur de la tangente; leurs extrémités sont les points où les deux cercles touchent la corde; et comme ces deux cercles ont leurs centres sur le diamètre AA′, ils sont complétement déterminés.

» Enfin, si $F(\alpha') = 0$, on détermine une fonction égale à la somme de deux fonctions données.

» **28.** Maintenant, supposons que l'on demande tous les systèmes de deux fonctions dont la somme est égale à la somme de deux fonctions données; ce qui sera résoudre l'équation indéterminée

$$F(\varphi) + F(\varphi') = F(\alpha) + F(\alpha').$$

» Après avoir pris sur le premier cercle les deux arcs Am, Am', on décrira le cercle extérieur au premier, qui touche la corde mm' et a pour axe de symptose avec celui-ci la perpendiculaire au diamètre AA' élevée par le point F'.

» On mènera une tangente à ce cercle, de manière qu'elle rencontre le premier cercle en deux points M, M'; et l'on aura, en représentant par φ, φ' les arcs $\frac{1}{2}$ AM, $\frac{1}{2}$ AM', la relation

$$F(\varphi) - F(\varphi') = F(\alpha) - F(\alpha');$$

de sorte que la question est résolue.

» **29.** Cette construction donne le moyen de déterminer une fonction égale à la demi-somme de deux fonctions données, dont l'une peut être nulle.

» En effet, supposons que la tangente au second cercle soit aussi tangente au premier cercle, ce qui est possible, puisque les deux cercles sont extérieurs l'un à l'autre; les deux points M, M' se confondront, et l'équation deviendra

$$F(\varphi) = \frac{1}{2}[F(\alpha) + F(\alpha')].$$

» La fonction $F(\alpha')$ peut être nulle; alors on détermine une fonction égale à la moitié d'une fonction donnée.

» On divisera de même par 2 la fonction trouvée; et ainsi de suite; de sorte qu'on peut, par des constructions très-simples, diviser une fonction par une puissance entière de 2.

» **30.** Chacun des autres théorèmes donnera des constructions analogues pour les mêmes questions que nous venons de résoudre au moyen du théorème VIII.

» Nous avons choisi, pour donner un exemple de la facilité de ces solutions géométriques, ce théorème, parce que c'est celui qui réalise l'extension dont était susceptible le théorème de M. Jacobi.

§ IV. — *Autres théorèmes relatifs à l'équation* $\cos\varphi\cos\varphi' + A\sin\varphi\sin\varphi' = B$.

» **31.** Nous nous sommes attaché, jusqu'ici, à donner aux théorèmes une forme propre à la théorie des fonctions elliptiques, dans laquelle on a coutume de prendre le module plus petit que l'unité. Mais on conçoit que chacun de ces théorèmes peut être exprimé d'une manière moins restreinte par une équation telle que

$$\cos\varphi\cos\varphi' + A\sin\varphi\sin\varphi' = B,$$

dans laquelle A et B sont deux constantes.

» Par exemple, que dans le théorème II, au lieu de prendre les angles que les deux tangentes font avec le petit axe de l'ellipse, on prenne les angles qu'elles font avec le grand axe, on aura une équation telle que la précédente, mais qui ne donne pas lieu à un module plus petit que l'unité.

» Si donc on n'a plus en vue spécialement la forme actuelle des fonctions elliptiques, mais seulement des propriétés des sections coniques exprimées par l'équation ci-dessus, on pourra donner aux théorèmes précédents des énoncés plus généraux, et même on en pourra conclure divers autres théorèmes du même genre, constituant d'autres propriétés des sections coniques, dont plusieurs seront susceptibles encore d'une application spéciale et immédiate aux fonctions elliptiques pour le calcul des amplitudes.

» **32.** Prenons le théorème VII; il exprime une propriété du point F, intérieur au premier cercle, qui a la même polaire dans les deux cercles. Or, il existe un second point, extérieur au premier cercle, qui a aussi la même polaire dans les deux cercles; il est clair que la propriété démontrée pour le premier point s'applique au second; c'est-à-dire, que les droites menées de ce point extérieur aux deux points où une tangente au second cercle rencontre le premier cercle, font avec la ligne des centres deux angles φ, φ', qui ont entre enx la relation constante

$$\cos\varphi\cos\varphi' + A\sin\varphi\sin\varphi' = B.$$

» De là on conclut, en passant des deux cercles aux deux coniques biconfocales, par une transformation polaire, ce théorème:

» Théorème X. *Quand deux coniques sont décrites des mêmes foyers, si d'un point de l'une on mène deux tangentes à la seconde, les rayons vecteurs menés d'un foyer aux points où ces deux tangentes rencontrent le petit*

axe font avec cet axe deux angles qui ont entre eux la relation constante

$$\cos\varphi\cos\varphi' + A\sin\varphi\sin\varphi' = B.$$

» **33.** Le théorème VIII, énoncé pour deux cercles qui ne se rencontrent pas, a lieu, évidemment, pour deux cercles quelconques, si à l'équation (1) on substitue l'équation (2). On en conclut que,

» Théorème XI. *Si sur un cercle, on prend, à partir d'un point fixe* A, *deux arcs* Am, Am', *tels, que l'on ait la relation constante*

$$\cos\tfrac{1}{2}Am.\cos\tfrac{1}{2}Am' + A.\sin\tfrac{1}{2}Am.\sin\tfrac{1}{2}Am' = B,$$

la corde mm' *enveloppera un second cercle.*

» **34.** Pareillement le théorème V donne lieu au suivant :

» Théorème XII. *Si, sur la circonférence d'un cercle, on prend, à partir d'un point* A, *des arcs* An, An', *tels, que l'on ait la relation constante*

$$\cos An.\cos An' + A.\sin An.\sin An' = B,$$

la corde mm' *enveloppera une conique concentrique au cercle.*

» **35.** Concevons un cercle ayant son centre au foyer d'une conique; que l'on mène deux rayons, faisant avec un diamètre fixe deux angles φ, φ', entre lesquels ait lieu la relation

$$\cos\tfrac{1}{2}\varphi\cos\tfrac{1}{2}\varphi' + A\sin\tfrac{1}{2}\varphi\sin\tfrac{1}{2}\varphi' = B,$$

la corde soutendue par ces deux rayons enveloppera un second cercle. Donc, d'après la théorie des figures homologiques de M. Poncelet (*), la corde soutendue dans la conique enveloppera une seconde conique. Donc :

» Théorème XIII. *Si, autour du foyer d'une conique, on fait tourner deux rayons vecteurs tels, que les angles* φ, φ', *qu'ils feront avec un axe fixe, de direction quelconque, aient entre eux la relation constante*

$$\cos\tfrac{1}{2}\varphi\cos\tfrac{1}{2}\varphi' + A\sin\tfrac{1}{2}\varphi\sin\tfrac{1}{2}\varphi' = B,$$

la corde soutendue dans la conique par ces deux rayons enveloppera une seconde conique.

(*) Voir *Traité des Propriétés projectives*, sect. IV. — *Aperçu historique*, p. 773 et suiv.

» **36.** Le théorème XII donne lieu pareillement au suivant :

» Théorème XIV. *Si, par le foyer d'une conique, on mène deux rayons, faisant avec un axe fixe deux angles* φ, φ', *liés entre eux par la relation*

$$\cos\varphi \cos\varphi' + A \sin\varphi \sin\varphi' = B,$$

la corde soutendue dans la conique par ces deux rayons enveloppera une seconde conique.

» **37.** Que dans le théorème XI on prenne un point fixe, sur la circonférence du cercle, on donnera au théorème l'énoncé suivant :

» Théorème XV. *Si, par un point fixe, pris sur la circonférence d'un cercle, on mène deux droites, faisant avec un axe fixe deux angles liés entre eux par la relation constante*

$$\cos\varphi \cos\varphi' + A \sin\varphi \sin\varphi' = B,$$

la corde soutendue par ces deux droites enveloppera un second cercle.

» **38.** Pareillement, le théorème XII prend cet énoncé :

» Théorème XVI. *Si par un point fixe de la circonférence d'un cercle, on mène deux droites faisant avec un axe fixe des angles* λ, λ' *liés entre eux par la relation*

$$\cos 2\lambda \cos 2\lambda' + A \sin 2\lambda \sin 2\lambda' = B,$$

la corde comprise entre ces deux droites enveloppera une conique.

» **39.** Si l'on conçoit une conique quelconque tangente au cercle au point fixe, d'après la théorie des figures homologiques, la corde comprise dans la conique entre les deux droites enveloppera une autre conique. Les deux théorèmes précédents donnent donc lieu à ces deux-ci :

» Théorèmes XVII et XVIII. *Si par un point fixe pris sur une conique, on mène deux droites faisant avec un axe fixe deux angles* φ, φ' *liés entre eux par la relation*

$$\cos\varphi \cos\varphi' + A \sin\varphi \sin\varphi' = B,$$

ou bien par la relation

$$\cos 2\varphi \cos 2\varphi' + A \sin 2\varphi \sin 2\varphi' = B,$$

dans les deux cas, la corde de la conique, comprise entre les deux droites, enveloppera une conique.

» **40**. Par une transformation polaire, on conclut de là deux autres propriétés générales des sections coniques, dont nous nous bornerons à énoncer un cas particulier relatif à la parabole :

» Théorèmes XIX et XX. *Si l'on mène à une parabole deux tangentes faisant avec un axe fixe, de direction arbitraire, deux angles liés entre eux par la relation*

$$\cos\varphi\cos\varphi' + A\sin\varphi\sin\varphi' = B,$$

ou bien

$$\cos 2\varphi\cos 2\varphi' + A\sin 2\varphi\sin 2\varphi' = B,$$

le point de concours des deux tangentes aura pour lieu géométrique une conique.

» **41**. Reprenons le théorème II. L'angle qu'une tangente à l'ellipse fait avec le petit axe est égal à l'angle que le rayon vecteur abaissé d'un foyer F, perpendiculairement à cette tangente, fait avec le grand axe. Conséquemment, les perpendiculaires abaissées d'un foyer sur les deux tangentes font avec le grand axe des angles φ, φ' liés entre eux par la relation

$$\cos\varphi\cos\varphi' \pm \sin\varphi\sin\varphi'\sqrt{1 - c^2\sin^2\mu} = \cos\mu.$$

» Les pieds de ces perpendiculaires sont sur le cercle décrit sur le grand axe de l'ellipse, comme diamètre. Il résulte donc du théorème VII, que la corde qui joint ces pieds est tangente à un second cercle, dans lequel le foyer F a la même polaire que dans le premier. Cette polaire est la *directrice* correspondante à ce foyer.

» On a donc cette propriété assez remarquable des coniques biconfocales :

» Théorème XXI. *Quand deux coniques sont décrites des mêmes foyers, si, de chaque point de l'une, on mène deux tangentes à l'autre, et que d'un foyer on abaisse des perpendiculaires sur ces deux tangentes, la droite qui joindra leurs pieds enveloppera un cercle ; et la polaire du foyer, par rapport à ce cercle, sera la directrice correspondante à ce foyer, dans la conique à laquelle on a mené les tangentes.*

» En d'autres termes, ce cercle divisera harmoniquement le segment compris entre le foyer et sa directrice.

» **42**. Que, dans le théorème V, on fasse la transformation polaire par rapport à un cercle dont le centre soit situé en un point quelconque de l'un des deux axes principaux, on aura le théorème suivant :

» Théorème XXII. *Étant pris sur le grand axe d'une conique deux points*

qui divisent harmoniquement le segment compris entre un foyer et la directrice correspondante, et étant décrite une seconde conique quelconque qui ait pour sommets opposés ces deux points; si de chaque point de cette courbe on mène deux tangentes à la première, les angles que ces deux tangentes feront avec l'un des axes principaux, auront entre eux la relation constante

$$\cos\varphi \cos\varphi' + A \sin\varphi \sin\varphi' = B.$$

» La seconde conique peut être un cercle ou bien une parabole.

» **43.** Le théorème VI donne, par une transformation semblable, le suivant :

» Théorème XXIII. *Si, sur le grand axe d'une conique, on prend deux points qui divisent harmoniquement le segment compris entre un foyer et la directrice correspondante, et qu'on décrive une seconde conique quelconque ayant ces deux points pour sommets opposés, une tangente à cette courbe rencontrera la première conique en deux points tels, que les rayons vecteurs menés du foyer à ces deux points feront avec le grand axe deux angles qui auront entre eux la relation constante*

$$\cos\varphi \cos\varphi' + A \sin\varphi \sin\varphi' = B.$$

» **44.** Le théorème V, qui est relatif à un cercle et à une conique, peut être généralisé de manière à donner une propriété relative à deux coniques qnelconques concentriques.

» Pour cela, concevons les points du cercle rapportés à deux axes coordonnés rectangulaires, qui soient les axes principaux de la conique. Une tangente à la conique rencontre le cercle en deux points; soient x', y', et x'', y'', les coordonnées de ces points, le théorème sera exprimé par l'équation

$$x'x'' + A\, y'y'' = B.$$

» Or, d'après un mode général de transformation des figures, une telle équation subsiste quand on substitue au cercle une ellipse (*); on en conclut donc ce théorème général :

» Théorème XXIV. *Étant données deux coniques concentriques, si, sur la seconde on fait rouler une tangente qui rencontre la première en deux*

(*) Voir *Aperçu historique*, p. 811.

points, les coordonnées de ces deux points, x′, y′, *et* x″, y″, *rapportées aux deux axes conjugués communs aux deux coniques, auront entre elles la relation constante*

$$x'x'' + A\,y'y'' = B.$$

» **45**. Le théorème VI donne pareillement celui-ci :

» Théorème XXV. *Quand deux coniques sont concentriques, si, de chaque point de l'une, on mène deux tangentes à l'autre, les coordonnées des deux points de contact, rapportées aux deux axes conjugués communs aux deux coniques, auront entre elles la relation constante*

$$x'x'' + A\,y'y'' = B.$$

» **46**. Ces théorèmes peuvent être appliqués, par de nouvelles transformations, au système de deux coniques quelconques. On obtient de la sorte deux théorèmes d'une très-grande généralité, qui sont susceptibles eux-mêmes de divers corollaires; mais nous n'entrerons pas dans ces détails qui nous éloigneraient trop de l'objet de cette communication.

» **47**. En terminant, je rappellerai que j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie que les coniques sphériques donnent lieu, quant à leurs arcs et aux aires de leurs segments, à des propriétés analogues à celles des arcs des coniques planes. J'ajouterai ici que ces coniques à double courbure fournissent aussi diverses constructions de l'équation des trois amplitudes, et donnent lieu à des théorèmes du genre de ceux qui précèdent. »

Remarques de M. Liouville.

« La communication intéressante de M. Chasles est relative aux seules fonctions elliptiques. Il serait bien à désirer que M. Chasles pût étendre ses ingénieuses considérations géométriques aux transcendantes d'un ordre plus élevé, et d'abord aux fonctions abéliennes de première classe, qui proviennent d'intégrales relatives à un radical carré portant sur un polynôme du cinquième ou du sixième degré. Ces fonctions se présentent dans un grand nombre de problèmes. On les rencontre, par exemple, dans l'équation de la ligne géodésique (la ligne la plus courte) sur un ellipsoïde à trois axes inégaux, et dans l'expression d'un arc quelconque de cette ligne. Dès lors, à l'aide d'un célèbre théorème d'Abel, on peut conclure pour certaines combinaisons de pareils arcs, des théorèmes analogues à ceux que l'on connaît pour les arcs d'ellipse. Mais une discussion géométrique détaillée

et approfondie donnerait sans doute à ces théorèmes une forme et une élégance nouvelles.

» Sur une surface quelconque, la ligne géodésique jouit de cette propriété, que son rayon de courbure est en chaque point normal à la surface. De là une équation différentielle du second ordre, dont M. Jacobi a le premier trouvé l'intégrale avec deux constantes arbitraires, pour le cas de l'ellipsoïde à trois axes. En cherchant à vérifier la formule remarquable qu'il a donnée, et dans laquelle figurent, comme je l'ai dit, des fonctions abéliennes, j'ai d'abord obtenu une intégrale première, d'où l'intégrale seconde se déduit immédiatement, et qui me paraît assez simple pour qu'on puisse espérer d'y parvenir par une méthode purement géométrique. Je prends la liberté de recommander cette recherche au talent de M. Chasles, si éprouvé dans ces matières. Voici l'équation qu'il s'agirait d'établir. Soit AMB une ligne géodésique tracée à volonté sur l'ellipsoïde. Par le point quelconque M, faisons passer les hyperboloïdes à une nappe et à deux nappes, dont les sections principales sont homofocales à celles de l'ellipsoïde. Soient μ^2, ν^2 les carrés de leurs demi-axes dirigés suivant le grand axe de l'ellipsoïde; on aura

$$\mu^2 \cos^2 i + \nu^2 \sin^2 i = \text{constante},$$

i désignant l'angle que la tangente à la ligne géodésique fait avec la normale au second hyperboloïde (1).

» Puisqu'il vient d'être question de fonctions elliptiques, je profiterai de l'occasion pour donner l'énoncé d'un principe général qui me paraît imprimer à l'étude de ces fonctions un caractère d'unité et de simplicité tout particulier. Soient z une variable quelconque, réelle ou imaginaire, et $\psi(z)$ une fonction de z bien déterminée, je veux dire une fonction qui, pour chaque valeur $x + y\sqrt{-1}$ de z, prenne une valeur unique toujours la même, lorsque x et y redeviennent les mêmes. Si une telle fonction est doublement périodique, et si l'on reconnaît qu'elle n'est jamais infinie, on pourra affirmer par cela seul qu'elle se réduit à une simple constante.

» Ce principe (qui conduit du reste à des conséquences nombreuses et utiles dans d'autres parties de l'analyse) m'a fourni sans difficulté les théorèmes connus relatifs, soit à la multiplication et à la transformation des fonctions elliptiques, soit à leurs développements en série. J'en ai tiré aussi une démons-

---

(1) Dans le Journal de M. Crelle, M. Joachimsthal a obtenu un résultat tout aussi simple que celui-là, mais de forme différente.

tration des belles formules par lesquelles M. Jacobi est parvenu à exprimer explicitement les racines des équations de degré élevé relatives à la division (1). Enfin, j'ai rencontré divers résultats que je crois nouveaux. Dans la méthode que j'ai suivie, les intégrales qui ont donné naissance aux fonctions elliptiques et les modules mêmes dont elles dépendent, disparaissent en quelque sorte pour ne laisser voir que les périodes et les valeurs pour lesquelles les fonctions deviennent nulles ou infinies. Cette communication verbale ne comporterait pas des développements plus étendus. Mais, dès à présent, je dois dire que les études auxquelles je me suis livré ont encore augmenté l'admiration si vive que m'inspiraient déjà, à tant de titres, les travaux de M. Jacobi. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un membre qui remplira, dans la Section de Zoologie, la place devenue vacante par le décès de M. *E. Geoffroy-Saint-Hilaire.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 54,

M. Valenciennes obtient	33 suffrages.
M. Duvernoy.........	17
M. Dujardin..........	3

Il y a un billet blanc.

M. Valenciennes, en conséquence, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Note sur les moraines, les blocs erratiques et les roches striées de la vallée de Saint-Amarin* (Haut-Rhin); *par* M. Ed. Collomb.

(Commissaires, MM. Alex. Brongniart, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« Les moraines et les blocs erratiques ont déjà été observés dans plusieurs vallées de la chaîne des Vosges, entre autres dans celle de Giromagny; mais,

(1) Journal de M. Crelle, t. IV. M. Jacobi n'a pas ajouté de démonstration, mais je dois dire que M. Hermite (qui s'est livré, sur toutes ces questions, à de profondes recherches) en a, avant moi, trouvé une dont il a bien voulu me faire part; la méthode qu'il a employée est, du reste, très-différente de la mienne.

dans ce groupe de montagnes, la roche striée avait, je crois, jusqu'à présent échappé aux investigations des géologues. Mes observations se bornent, pour le moment, à la vallée de Saint-Amarin, versant est de la chaîne.

» Pour mieux nous rendre compte des faits, nous admettrons, pour le moment, l'existence d'un glacier qui, partant du fond de la vallée à Wildenstein, s'étendait, sur une ligne de 9 à 10 kilomètres, jusqu'à la moraine frontale de Wesserling. Nous tâcherons ensuite de prouver que le glacier a réellement existé, qu'on en trouve des traces manifestes, avec tous ses accessoires, toutes les conditions exigées; que le sol actuel de notre vallée est, en tous points, pareil à celui de certaines vallées suisses abandonnées par les glaces depuis un temps immémorial.

» Commençons par les moraines. La moraine de Wesserling a déjà été décrite et figurée dans une thèse inaugurale de M. Leras, présentée à la Faculté des Sciences de Strasbourg en 1844 : il est inutile d'y revenir.

» *Moraine de Krüth.* En amont de Wesserling, au village de Krüth, à 5 kilomètres du fond de Wildenstein, une moraine frontale barre la vallée dans toute sa largeur (1 000 à 1 200 mètres). Cette moraine est double; elle a la forme d'un arc de cercle, d'un croissant, dont les deux pointes s'appuient sur les flancs de la montagne : une large échancrure, produite par le mouvement des eaux, forme le lit actuel de la rivière. Cette moraine est facile à observer dans les endroits où les travaux industriels l'ont déchirée pour y puiser des matériaux. C'est un amas de sable, de cailloux roulés de toutes dimensions, de blocs métriques, sans aucune trace de stratification. Les plus gros blocs de granit se rencontrent de préférence sur les parties élevées de la moraine; beaucoup sont posés, pour ainsi dire, avec une main délicate, sur des points culminants.

» Là où les eaux sont venues attaquer le terrain, elles ont dérangé l'ordre ou plutôt le désordre établi par le glacier; la masse de détritus s'est alors classée, triée, suivant la pesanteur relative des matériaux qui la composent. Les plus gros blocs sont inférieurs, recouverts de cailloux roulés, puis le sable fin est à la surface du sol; il s'est établi ainsi une espèce de stratification facile à distinguer.

» On n'a pas d'exemple qu'un pareil amas de matériaux incohérents ait été produit autrement que par la force propulsive d'un glacier. L'eau, la boue, l'avalanche, peuvent sans doute donner lieu à de grands amas de détritus; mais quelle que soit la puissance de ces agents, les phénomènes qu'ils produisent sont bien différents de celui que nous avons sous les yeux.

» Une seconde moraine parallèle à la première, mais plus petite, s'avance

en aval. Un peu plus bas, une longue traînée de cailloux roulés et de blocs erratiques forme arête au milieu de la vallée dans le sens de sa longueur, et indique évidemment la trace d'une moraine médiane provenant de la jonction d'un petit glacier qui descendait de la vallée de Saint-Nicolas, qui débouche à angle droit sur la vallée principale. Une pareille disposition du terrain erratique ne peut également pas s'expliquer par l'action des eaux, puisque cette arête est bornée de tous les côtés par une large zone d'excellente terre végétale.

» *Roches striées.* — Au lieu dit Glattstein, à 500 mètres en amont de la moraine de Wesserling, sur la rive droite, la montagne avance dans la vallée et forme promontoire; la roche, en partie couverte de mousses et de végétation, est à nu par places, elle plonge sous un angle de 30 à 40 degrés jusque dans le lit du torrent; les stries y sont fines, peu profondes, d'un millimètre d'ouverture, comme si le burin d'un graveur y avait passé, sans aucun rapport avec le sens du clivage de la roche qui est un schiste noir à pâte fine et serrée; les stries en suivent toutes les sinuosités; elle est, du reste, polie, arrondie jusqu'à une hauteur de 15 à 20 mètres au-dessus du niveau de la rivière. Au-dessus de cette ligne horizontale et polie, la roche reprend son caractère primitif avec ses bords anguleux et pleins d'anfractuosités; elle donne la mesure de la hauteur du glacier.

» A Odern, rive gauche, à l'entrée du village, en face du moulin, au bord de la route, stries ou cannelures de 2 à 5 millimètres d'ouverture et autant de profondeur, sur même roche de schiste noir à pâte très-fine. Ici les stries ne sont pas précisément burinées, mais on ne saurait mieux les comparer qu'à l'effet produit par le travail de la gouge d'un menuisier. La roche est en partie couverte de terre végétale; quand on la débarrasse de sa terre, les stries apparaissent dans toute leur fraîcheur, comme si le glacier venait d'y passer.

» A Odern, à l'extrémité du village, en amont, un monticule de terrain primitif en partie granitique, de 60 à 70 mètres de hauteur, fait obstacle au milieu de la vallée; la partie de ce monticule tournée du côté du village présente une roche qui fait angle saillant; le glacier a dû être resserré à cet endroit; la roche y est polie, arrondie, striée. Les stries y sont faiblement burinées, cependant on ne peut pas nier leur existence. Les habitations des paysans touchent ces roches, ils en ont enlevé beaucoup pour constructions; là où la main de l'homme ne les a pas altérées, les stries existent.

» A Wildenstein, le vieux château, en ruine aujourd'hui, est bâti au

sommet d'un rocher granitique de 150 à 200 mètres d'élévation, qui fait île au milieu de la vallée; des deux côtés elle est resserrée, étranglée; dans l'un des couloirs latéraux passe la route, dans l'autre la rivière. C'est sur la rive gauche, tout auprès du lit du torrent, sur un granit en énormes masses compactes de formes bizarres, que le régime des stries a pris un développement fortement accentué; il est évident que le glacier, en laissant des traces de son passage, a modifié son style suivant la nature de la roche, où il a pour ainsi dire écrit son nom. Ici c'est un granit un peu friable, les stries sont de véritables sillons comme pourraient en produire les roues d'une voiture sur un terrain mou; il y en a aussi de plus fines parallèles aux grandes, mais elles n'ont pas le caractère net, fin, délicat, de celles imprimées sur le schiste, dont la pâte serrée a permis aux corps durs incrustés dans la glace, faisant l'office de burin, de tracer leur sillon sans bavures.

» Ces stries suivent le mouvement de la roche dans toutes ses sinuosités latérales, fait qui ne peut guère s'expliquer que par la force locomotive d'un glacier.

» L'ensemble du phénomène erratique dans notre vallée, moraines, blocs métriques, roches striées en place, nous démontrent que la période glaciale ne peut avoir eu lieu que postérieurement à toutes les révolutions géologiques; c'est le dernier terme de la série. La roche striée *en place* en est une preuve palpable; depuis cette époque, nul soulèvement, nul changement dans la disposition, dans l'inclinaison du terrain. Rétablissons, par la pensée, le glacier tel que les phénomènes que nous avons sous les yeux nous disent qu'il a dû exister: il burinera, il labourera la roche exactement aux mêmes endroits où nous la retrouvons aujourd'hui burinée et striée; il produira les mêmes phénomènes, non-seulement dans leur ensemble, mais dans leurs plus petits détails. Aucune force, aucun agent extérieur ou intérieur n'est venu déranger le parallélisme de nos stries.

» Le passage des avalanches ne pourrait donner lieu à des surfaces striées comme celles que nous voyons. Les stries seraient dans le sens de la chute de l'avalanche, plus ou moins verticales et non pas horizontales.

» Dans les circonstances actuelles de latitude et de température moyenne, il est matériellement impossible qu'un glacier puisse se former de nos jours dans les Vosges; nous avons ici une température moyenne de + 10 à + 12 degrés, et, pour la formation d'un glacier, il faut qu'elle s'abaisse au moins à + 2 ou + 3. Quelles que soient les masses de neige qui pourraient tomber sur nos montagnes pendant l'hiver le plus long et le plus rigoureux, elles n'arriveraient jamais au point de former un véritable glacier. Nous en

avons eu l'hiver dernier un exemple concluant : une avalanche s'est précipitée du sommet de la montagne appelée *le Rinbachkopf*, au fond de la vallée de Mollau, sur un versant exposé au nord, déracinant et entraînant les sapins du plus gros calibre dans sa chute ; les masses de neige entraînée pouvaient avoir 12 à 15 mètres d'épaisseur dans le bas, neige compacte, serrée, fortement comprimée ; j'espérais presque voir la naissance d'un petit glacier, et je me suis souvent transporté sur les lieux pour suivre le phénomène. Au 24 juin il existait encore un grand banc de neige de quelques mètres d'épaisseur sur une centaine de mètres de longueur; elle avait changé d'aspect, elle était en gros grains transparents, imbibés d'eau; elle avait passé à l'état de névé, comme M. Agassiz l'appelle; mais de véritable glace, point. A la fin de juillet, la neige avait complétement disparu.

» Nous pouvons donc conclure des faits qui précèdent, et surtout par l'existence de la roche striée *en place*, que de véritables glaciers ont existé dans les Vosges;

» Que ces glaciers datent d'une époque postérieure à toutes les révolutions géologiques;

» Que nous sommes autorisés à admettre qu'à cette même époque la température moyenne de ce pays devait être au moins de 8 à 10 degrés inférieure à ce qu'elle est de nos jours. »

HYDRAULIQUE. — *Mémoire sur une machine soufflante; par* M. DE CALIGNY. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. A. Cauchy, Poncelet, Morin.)

« Le but de ce système est analogue à celui d'un *piston soufflant* que ferait fonctionner un moteur hydraulique alternatif quelconque. Mais le frottement du piston est remplacé par celui d'une colonne liquide, et l'on n'a à s'occuper que d'un seul déchet total, tandis que, si l'on employait ainsi un moteur et une machine-outil, l'effet utile définitif ne serait, comme on sait, que le produit de deux fractions. Ce système repose sur les deux principes suivants :

» 1°. Quand un gros tuyau de conduite, alimenté par une chute d'eau, coule à *gueule-bée;* si un bout de tuyau mobile se soulève, en retranchant seulement le rebord latéral extérieur du *champignon liquide*, il n'y a aucun arrêt à l'intérieur, qui peut ainsi être mis en communication avec un tuyau vertical, comme si les deux portions de tuyau n'avaient point été séparées par cette espèce de soupape annulaire. S'il n'y a point d'arrêt à l'intérieur, il

n'y a par suite aucune possibilité de coup de bélier. Il faudra seulement qu'à l'intérieur de la soupape toutes les tranches prennent une même vitesse, ce qui ne peut donner lieu qu'à une percussion insignifiante en vertu des principes de l'hydraulique sur la résistance des tranches assez minces par rapport à la longueur de la colonne qui les rencontre, parce que la soupape marche dans le sens où, pendant la durée de son soulèvement qui est loin d'être instantané, l'eau doit précisément prendre de la vitesse.

» 2°. Une colonne d'eau entre dans un tuyau où elle doit refouler une colonne d'air; cette dernière étant en communication par un système de soupapes avec le réservoir soufflant où la pression est généralement peu élevée, il n'y aura non plus aucun coup de bélier pendant que la colonne liquide éteindra sa force vive dans ce refoulement. Cette opération se fera le long d'un chemin assez considérable pour que les choses se passent d'une manière analogue à ce qui se présenterait si, au lieu d'éteindre sa force vive sur ce long matelas d'air, la colonne liquide était transportée sur une planète où la pesanteur serait plus considérable que sur la terre, d'autant plus que la compression du matelas ne parvient pas même instantanément à son maximum.

» Le tuyau horizontal est assez long pour que les principes précédents aient encore plus d'évidence, en vertu des lois de l'oscillation du pendule.

» Les effets qui viennent d'être décrits ayant produit le travail du refoulement utile, pour recommencer il suffit de faire redescendre l'eau du tube vertical dont le diamètre sert à régler le volume d'air introduit à chaque période, et par le sommet duquel l'air atmosphérique entre pendant ce retour, en suivant la descente de la colonne au moyen de soupapes disposées dans ce but.

» Il n'est pas nécessaire d'entrer ici dans le détail des moyens proposés dans le Mémoire pour faire fonctionner la soupape hydraulique dite *de Cornwall*, qui, par l'écoulement alternatif du tuyau de conduite horizontal, emmagasinera périodiquement la force vive. Ces détails offrent plus d'intérêt relativement à l'élégance de la machine qu'à son exécution; car cette opération peut se faire au moyen d'une cataracte, sans que cela nuise bien sensiblement à l'effet utile, et c'est même dans cette hypothèse que le système a spécialement été communiqué à plusieurs ingénieurs civils avant d'être présenté à l'Académie. Un petit modèle de machine analogue *fonctionnant sans cataracte* a d'ailleurs été exécuté; il suffit pour établir la possibilité de son jeu, mais d'une manière tout à fait provisoire, n'étant employé

qu'à souffler alternativement de l'air par un tube vertical ou à verser de l'eau par son sommet.

» Quant aux moyens d'amortir le mouvement de la soupape sans percussion notable entre corps solides, il suffit de rappeler, en supposant que cela soit nécessaire, le système des cônes mobiles entrant périodiquement dans des cônes fixes, d'où ils chassent l'eau, et qui surtout en Amérique est employé avec succès comme modérateur. On recommande d'ailleurs dans le Mémoire un nouveau *modérateur hydraulique* à flotteur faisant agir à l'époque voulue, sur une pièce quelconque en mouvement, des forces retardatrices qui apparaissent comme si elles étaient immatérielles.

» *Nota.* Cette machine n'est point proposée pour comprimer l'air sous des pressions considérables, parce que dans ce cas elle participerait jusqu'à un certain point aux avantages et aux inconvénients du bélier, au lieu d'en être tout à fait distincte. »

CHIMIE. — *Sur le benjoin; par* M. E. **Kopp.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze.)

« M. Kopp, dans le but de rechercher les relations qui existent entre les résines du benjoin et l'acide benzoïque qui les accompagne, a soumis les premières à une série de réactions, telles que distillation sèche, traitement par l'acide nitrique, etc., et en a étudié les produits. Cet examen fait reconnaître facilement l'existence de deux types différents dans ces résines, le type du benzoyle et le type du phénol. Les dérivés de ces deux séries se retrouvent en effet dans les différentes réactions, et leur nature dépend de celle des agents employés. Ainsi, par exemple, la distillation sèche fournit, 1° de l'acide benzoïque; 2° du phénol. L'action de l'acide nitrique produit, pour la première série, hydrure de benzoyle, acide benzoïque, et un corps isomère de l'acide benzoïque; pour la seconde série, de l'acide nitropicrique. L'action de l'acide chromique donne naissance, d'un côté, à de l'hydrure de benzoyle et de l'acide benzoïque, de l'autre côté, à de l'acide carbonique, de l'acide formique provenant de la destruction complète de la série du phénol.

» L'analyse du benjoin, faite d'après la méthode d'Unverdorben, a donné pour deux échantillons différents les résultats suivants:

	I.	II.
Acide benzoïque	14,0	14,5
Résine α soluble dans l'éther	52,0	48,0
Résine β soluble seulement dans l'alcool	25,0	28,0
Résine γ soluble dans une solution de carbonate sodique	3,0	3,5
Résine brune déposée par l'éther	0,8	0,5
Impuretés	5,2	5,5
	100,0	100,0

» La composition du benjoin doit évidemment être variable, puisque les larmes blanches ne sont formées que par la résine α, et contiennent de 8 à 12 pour 100 d'acide benzoïque, tandis que les parties brunes contiennent les deux résines α et β, et jusqu'à 15 pour 100 d'acide.

» La distillation sèche d'un mélange des résines bien débarrassées de leur acide fournit, en conduisant l'opération avec ménagement:

» 1°. Une matière grasse, onctueuse, qui paraît être la matière odorante du benjoin;

» 2°. Une matière cristalline en partie dissoute dans un liquide huileux. Ce liquide est d'abord incolore ou légèrement rosé; mais vers la fin de l'opération, la température s'élevant progressivement, il devient de plus en plus épais et d'une couleur plus foncée. On parvient à opérer la séparation des cristaux et de l'huile, moyennant une solution alcaline faible. L'huile se sépare, et l'on a une solution saline dont les acides puissants précipitent de nouveau la matière cristalline; celle-ci, purifiée et analysée, possédait les caractères et la composition de l'acide benzoïque $C^{14}H^{12}O^{4}$. L'huile, purifiée par rectification et déshydratée, possédait toutes les propriétés du phénol, ainsi que sa composition $C^{12}H^{12}O^{2}$. En effet, elle bout vers 200 degrés, a une odeur semblable à la créosote, coagule l'albumine, et colore le bois de sapin en bleu lorsqu'on l'arrose ensuite d'acide chlorhydrique, etc.

» L'action de l'acide nitrique sur les résines est extrêmement énergique, surtout au commencement. La matière se boursoufle, jaunit en dégageant beaucoup de vapeurs nitreuses, et l'on obtient une masse jaune-orange cassante, très-poreuse, d'une saveur extrêmement amère. Cette masse est un mélange de plusieurs corps ayant beaucoup de ressemblance, et qu'il est difficile de séparer les uns des autres. La réaction étant devenue plus lente, on peut introduire cette masse jaune dans une cornue, et la traiter par de nouvelles quantités d'acide nitrique; on cohobe trois ou quatre fois, et enfin on distille presque à siccité.

» Dans le récipient se trouve alors un liquide acide, contenant des cristaux d'acide benzoïque, de l'hydrure de benzoyle, de l'acide hydrocyanique et de l'acide nitrique.

» En versant le résidu de la cornue dans trois ou quatre fois son volume d'eau bouillante, la résine non attaquée s'en sépare, et, après l'avoir enlevée, on a une solution jaune qui, par le refroidissement, laisse déposer une belle poudre jaune amorphe. La liqueur filtrée, neutralisée par du carbonate potassique, fournit aussitôt une abondante cristallisation de nitropicrate potassique. Les eaux mères alcalines, séparées des cristaux et concentrées aux trois quarts, après avoir été rendues acides par l'acide nitrique, laissent de nouveau déposer la poudre jaune, mais souillée d'une quantité notable de résine. Quant à la résine non attaquée, on l'épuise par l'eau bouillante et on la soumet de nouveau à l'action de l'acide nitrique, qui reproduit les mêmes phénomènes. L'existence de l'acide nitropicrique $C^{12}H^{4}N^{6}O^{13} + H^{2}O$ fut parfaitement constatée par ses propriétés et celles de ses sels. Le nitropicrate potassique fut obtenu en très-beaux cristaux bien développés, d'une couleur brune à reflets irisés. Le sel plombique neutre, qui est assez soluble et cristallise en aiguilles, fut obtenu par double décomposition de l'acétate plombique acide et de nitropicrate potassique. Il est très-détonant. Sa formule est

$$C^{12}H^{4}N^{6}O^{13} + PbO + H^{2}O.$$

» La poudre jaune se comporte comme un acide; elle est très-soluble dans l'eau et se dépose par le refroidissement en une poudre amorphe : elle est également très-soluble dans l'alcool et l'éther. Elle forme, avec les bases métalliques, des précipités colorés, qui fusent légèrement quand on les soumet à la chaleur. La composition constamment variable de ce corps, ainsi que de ses sels, d'après un examen plus attentif, démontra que la coloration jaune, qui est très-intense et se fixe avec une stabilité remarquable sur les tissus animaux, n'était pas une partie intégrante de la poudre amorphe, mais que par des solutions et des précipitations très-souvent répétées, on parvenait à opérer une séparation. Cette séparation est surtout due à la propriété de la matière nitrogénée jaune, de se résinifier par le contact de l'air ou de rester en plus grande quantité dans les eaux mères.

» On obtient finalement une poudre blanche amorphe, d'une saveur légèrement acide et piquante, plus soluble à chaud qu'à froid dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther. Elle sature les bases, forme avec les alcalis des sels incristallisables, et avec les oxydes métalliques des précipités peu solubles; les acides en séparent de nouveau le corps à l'état amorphe.

» Cette matière est remarquable en ce qu'elle possède la même composition que l'acide benzoïque, et que par la chaleur elle se transforme complétement, et sans laisser le moindre résidu, en ce dernier corps.

» Ainsi, en chauffant la matière sèche dans une petite cornue, elle fond d'abord, mais en se couvrant de petites paillettes cristallines; en chauffant davantage, il y a ébullition et le tout distille : le produit recueilli est actuellement tout à fait cristallin; dissous dans l'eau, il cristallise en belles paillettes; en un mot, on a exactement de l'acide benzoïque.

» Cette transformation a lieu également avec l'acide impur; seulement la matière colorante jaune se détruit alors en donnant des produits volatils ayant l'odeur d'amandes amères, et en laissant un fort résidu de charbon. Quelquefois cette décomposition se fait avec violence et dégagement de chaleur et de lumière.

» L'acide sulfurique concentré dissout les résines en formant une couleur rouge-cramoisi. Par l'eau, la majeure partie de la résine se dépose avec une couleur violette. L'acide saturé par le carbonate de chaux donne un sel de chaux soluble, ce qui indique la présence d'un acide copulé. La résine colorée se laisse décomposer elle-même en d'autres résines. Cette réaction mérite un nouvel examen. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur l'étirage à froid de tuyaux en cuivre, tôle, etc.; par* M. **H. Ledru.**

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Séguier.)

« J'ai l'honneur de soumettre à l'examen de l'Académie des Sciences un nouveau système de tuyaux, dits *tuyaux étirés à froid*, dont je suis l'inventeur et dont je dirige la fabrication.

» Le plus grand avantage de ces tuyaux est une économie importante sur tous les autres modes de tuyaux employés jusqu'à ce jour. Si je cite isolément cet avantage, c'est qu'il me paraît être comme la pierre de touche de l'importance réelle, de l'utilité pratique et de l'avenir de tout produit industriel.

» Les *tuyaux étirés à froid* peuvent se fabriquer en *tôle noire*, en *cuivre* ou en matière métallique de toute nature, une fois laminée; mais c'est surtout en tôle galvanisée qu'ils trouvent leur principale application, et c'est en effet le fer galvanisé qui leur a donné naissance.... Tout ce que l'Académie des Sciences avait prédit de l'inoxydabilité, de la durée et de l'utilité du fer soumis à l'opération de la galvanisation, s'est réalisé et a été confirmé

par le temps aux yeux des plus incrédules. Aujourd'hui l'expérience justifie, par son autorité sans réplique, les conclusions d'un Rapport fait au mois de juillet 1839 par le célèbre Dulong; à savoir, que la *tôle galvanisée présentait tous les avantages du zinc, sans en offrir les inconvénients.*

» Parmi les produits les plus importants de la galvanisation du fer, se placent tous les articles de fumisterie, les tuyaux pour descente de bâtiments et tous les autres genres de conduits pour l'eau, le gaz et la vapeur. La consommation sans limite et sans terme des tuyaux pour une multitude d'usages de chaque jour m'avait frappé. En effet, fluides, liquides et solides même, tout ce que l'homme destine à une circulation contenue, s'emprisonnent dans les parois d'un tuyau.

» Cependant les imperfections des divers modes de tubage et la cherté de quelques genres spéciaux étaient notoires. Il me vint à l'idée que les ressources du banc à étirer, combinées avec un système d'agrafure double et continu, dans lequel les deux bords recourbés d'un coulisseau recevraient en sens inverse les deux bords recourbés du tube dans toute sa longueur, divisant ainsi la pression qui tend à les disjoindre, et trouvant dans la pression même une force de résistance prolongée, puisque cette pression agit sur le coulisseau, le resserre de plus en plus et tend à l'empêcher de lâcher prise par une sorte de balancement de deux effets contraires; il me sembla, dis-je, que ces données pouvaient me conduire à l'invention d'un genre de tuyaux qui, à l'économie, condition si importante, joindrait les avantages de la solidité, de l'étendue en longueur, de la rectitude et de la propreté, résultat des surfaces lisses et sans clouures.

» La solidité de mon système d'agrafure se démontre, ce me semble, par la description même; les qualités bien reconnues, aujourd'hui, du fer galvanisé, garantissent la durée de mes tuyaux. Au besoin, ils se soudent parfaitement à l'étain ou se brasent au cuivre; je ne laisse d'ailleurs sortir des ateliers aucun tuyau qu'il n'ait été éprouvé à une pression de *quinze atmosphères.*

» La longueur inusitée de ces tubes, et l'aspect agréable de nouveauté qu'offrent à la vue ces longs développements de 8 à 9 mètres d'un seul bout, ce qui n'avait jamais été exécuté auparavant, ne seront pas, je l'espère, un des moindres titres de mes produits à la faveur de l'Académie comme du public. En effet, ces tubes qu'on peut obtenir de toute dimension donnent une sorte d'élégance et de propreté extérieure à des produits communs, restés jusqu'à ce jour dans un grand état d'imperfection et de négligence : je veux parler des tuyaux de poêles. Non-seulement les miens ne

laissent plus échapper ni bistre ni fumée, puisqu'il n'est pas de tuyau de poêle qui ne puisse être fait d'un seul morceau, mais ils n'offrent plus de trace de ces nombreux emboîtages et de ces clous difformes qui les déparaient. Leur prix étant le même que celui des tuyaux ordinaires, j'aurai la satisfaction de procurer aux classes peu aisées, sans les induire à plus grande dépense, tout à la fois un embellissement et l'exemption de plusieurs incommodités.

» Mais c'est surtout dans les entreprises importantes, conduites d'eau, de gaz ou de vapeur, que cet avantage acquiert un très-grand prix. Il existe bien évidemment pour ces conduites diverses, d'autant moins de chances de fuites qu'il y a moins de points de jonction : quelle supériorité sur tous les autres tuyaux offrent donc en ce cas les tuyaux déjà étirés, au besoin, en bouts de 8 à 9 mètres! Chaque tuyau est d'ailleurs muni, à l'une des extrémités, d'une douille, ou manchon, pour recevoir et joindre le tuyau qui doit faire suite. Outre tous les moyens de soudure, le système de *vissage* s'y adapte avec une grande facilité.

» La grande malléabilité du plomb et la cherté des autres modes de tuyau avaient assuré jusqu'à ce jour à ce métal un emploi presque exclusif. Ce motif n'existe plus, puisque le bon marché est du côté de mes tuyaux; quant à la facilité du travail, elle ne se rencontre pas moins dans leur emploi, à l'aide de coudes de toutes dimensions, de tous les angles et de toutes les formes, qui en rendent la pose aussi simple que prompte et solide. Mais combien d'avantages les *tuyaux étirés à froid* n'ont-ils pas aussi sur ceux en plomb, outre l'avantage de la légèreté! Ils n'ont pas l'inconvénient d'être facilement écrasés par le moindre poids ou le moindre choc, percés par des clous, rongés par les rats ou fondus à la première chaleur d'un incendie, et, j'ajouterai, de devenir la proie des voleurs au détriment moral des ouvriers fidèles.

» J'ai pensé que l'Académie, à cause de la simplicité de l'œuvre, accueillerait avec intérêt un dessin de la machine qui sert à confectionner mes tuyaux et la machine elle-même; la description achèvera ce que les traits du crayon auraient laissé imparfait.

» Une feuille de tôle à peine cintrée, au milieu de laquelle on pose un mandrin du diamètre nécessaire, se présente devant cette machine, s'y engage en entraînant l'agrafe qui doit opérer sa fermeture sur toute la longueur, et, par un seul étirage, ressort en tuyau tel, qu'on ne saurait le faire à la main ni par aucun autre moyen connu jusqu'à ce jour.

» Qu'on se figure le travail de la charrue du Brabant, labourant avec deux socs au lieu d'un seul; ramenant de droite et de gauche et recourbant

la tôle en dedans d'un sillon situé au centre, de la même manière qu'en un sens opposé elle rejette et retourne la terre en dehors. Dans cette espèce de *filière charrue*, de labour mécanique, c'est le sillon, autrement dit le coulisseau devant servir d'agrafe, qui marche, et c'est l'outil, représentant le soc, et placé en saillie perpendiculaire à la partie supérieure de la filière, qui demeure immobile; la tôle, pour s'arrondir en tube et franchir la filière, tend à réunir ses bords, entre lesquels l'outil résiste; pressés alors fortement contre cet obstacle, au lieu de se joindre, ils se trouvent forcés de se replier à l'intérieur en forme de X sous les bords de l'agrafe. Une seconde filière d'un calibre plus étroit reçoit le tuyau dans cette position, complète par une pression plus forte sa jonction, en faisant disparaître l'intervalle qui a livré passage à l'outil, et achève alors sur le mandrin l'aplatissement des bords de l'agrafe et des bords du tube emboîtés les uns dans les autres; leur adhérence devient telle, qu'à l'œil ils ne semblent plus former qu'un seul corps, et ce système de fermeture longitudinal est si parfait, que l'agrafe se trouve la partie la plus solide du tuyau; or on sait que tous les autres genres de tuyaux pèchent surtout par la ligne de jonction.

» Avant de terminer, je demande à l'Académie la permission d'attirer aussi son attention et de solliciter son jugement sur des gouttières à double bordure, qui sont un des produits du même système et qui, sans coûter plus que les gouttières employées jusqu'à ce jour, ont sur celles-ci les mêmes avantages de propreté, de régularité, de longueur et de bonne confection. »

PHYSIQUE. — *Mémoire sur un cas de foudre arrivé à Ille, département des Pyrénées-Orientales; par* M. l'abbé **Chapsal**.

(Commissaires, MM. Arago, Pouillet, Babinet.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** accuse réception du Rapport sur les résultats scientifiques du voyage en Abyssinie de MM. *Galinier* et *Ferret*.

MINÉRALOGIE. — *Sur deux nouveaux métaux, le* Pelopium *et le* Niobium, *decouverts dans les tantalites de Bavière.* (Extrait d'une Lettre de M. **H. Rose**.)

« J'ai trouvé, dans le tantalite de Bavière, deux nouveaux métaux; mais,

dans le Mémoire que je vous envoie, il n'est question que d'un seul de ces métaux. L'oxyde du second métal auquel, en attendant, j'ai donné le nom d'*oxyde de pelopium,* ressemble beaucoup à l'acide tantalique; quoique je sois bien persuadé qu'il en diffère, j'entreprendrai cependant une série d'expériences pour constater d'une manière précise leur dissemblance.

» Il y a plus de quatre ans que je m'occupe de la recherche des tantalites de différentes localités et des acides tantaliques qu'on en retire. Une observation de mon frère m'a décidé à entreprendre ces recherches. Il a trouvé que les tantalites de Bodenmais, en Bavière, et les tantalites de l'Amérique du Nord ont la même forme cristalline que le wolfram. J'ai trouvé moi-même que les tantalites de la même localité, ou des localités différentes, ayant la même forme cristalline et la même composition chimique, diffèrent entre eux par leur poids spécifique.

» L'analyse de ces différents tantalites fut exécutée par le procédé de M. Berzelius, en fondant le minerai réduit en poudre très-fine avec du bisulfate de potasse dans un creuset de platine.

» Pour acquérir une idée juste sur la composition des tantalites de Bavière et de l'Amérique du Nord, il fallait soumettre l'acide tantalique obtenu à des recherches très-précises. Si l'on compare la quantité d'oxygène de l'acide tantalique obtenu de ces localités avec la quantité d'oxygène des bases du protoxyde de fer et du protoxyde de manganèse, on remarque que le rapport qui existe entre eux n'est pas simple. Ce rapport est, au contraire, simple dans les tantalites de Finlande, il est de 3:1.

» M. Henri Rose suppose que l'acide tantalique obtenu des tantalites de Finlande seul est un acide pur, ne contenant pas d'autres substances mélangées; ses caractères ont été décrits par M. Berzelins, et c'est à lui seul qu'il faut conserver le nom d'acide tantalique. L'acide obtenu des tantalates de Bavière est composé de deux acides dont un ressemble beaucoup à l'acide tantalique retiré des tantalites de Finlande, et qui sera le sujet d'un prochain Mémoire; l'autre ressemble aussi à l'acide tantalique, mais diffère de lui dans beaucoup de points essentiels. C'est l'oxyde d'un métal qui diffère des métaux connus. Je le nomme *Niobium,* et son acide, *acide niobique,* du nom de Niobé, fille de Tantale, nom qui rappelle la ressemblance de deux métaux et de leurs oxydes.

» L'acide tantalique et l'acide niobique sont deux acides métalliques qui, par leurs propriétés, ressemblent le plus à l'acide titanique et au bioxyde d'étain. Tous les quatre ont probablement la même composition atomique. Tous les deux calcinés à l'état d'hydrate présentent le phénomène d'ignition. Tous

les deux, avant et après la calcination, sont blancs. L'acide tantalique chauffé se colore légèrement en jaune; l'acide niobique, au contraire, prend une couleur jaune très-prononcée. Tous les deux, après le refroidissement, deviennent incolores. L'acide tantalique présente, après la calcination, une poudre blanche sans aucun éclat. L'acide niobique, au contraire, présente des morceaux d'un très-grand éclat, d'un éclat pareil à celui de l'acide titanique précipité par l'ammoniaque et calciné, avec cette différence que l'acide titanique apparaît avec une couleur brunâtre, tandis que l'acide niobique reste incolore.

» Les acides tantalique et niobique se combinent aisément avec les alcalis; fondus avec les carbonates alcalins, ils chassent l'acide carbonique. L'acide niobique forme cependant une combinaison plus fusible.

» Ces combinaisons sont solubles dans l'eau, solubles dans un excès d'une dissolution de potasse caustique ou de carbonate de potasse, mais difficilement solubles dans un excès de soude caustique ou de carbonate de soude. Cependant le niobate de soude est bien plus insoluble ou presque insoluble dans un excès d'une dissolution de soude.

» Les acides précipitent de ces dissolutions les acides tantalique et niobique. L'acide sulfurique à chaud précipite les deux acides complétement; mais à froid il précipite l'acide tantalique partiellement, tandis qu'il précipite complétement l'acide niobique. L'acide chlorhydrique à froid ne produit qu'un trouble dans une dissolution de tantalate de soude; un excès d'acide fait même disparaître ce trouble : à chaud il précipite l'acide tantalique, mais incomplétement. Dans une dissolution de niobate de soude, il produit à froid un trouble très-considérable, sans précipiter tout l'acide niobique; mais à chaud il précipite ce dernier d'une manière complète.

» L'acide oxalique ne produit aucune réaction dans les deux dissolutions alcalines, tandis que l'acide acétique y produit des précipités.

» Le chlorhydrate d'ammoniaque produit des précipités.

» Si l'on verse dans une dissolution de tantalate de soude, aiguisée par l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique, une infusion de noix de galle, on produit un précipité jaune clair. Dans une dissolution de niobate de soude, ce réactif produit un précipité jaune-orange foncé, qui a quelque ressemblance avec le précipité formé, dans les mêmes circonstances, dans une dissolution d'acide titanique.

» Les deux précipités se dissolvent dans les alcalis caustiques.

» La teinture de noix de galle est le meilleur réactif pour découvrir de petites quantités d'acide tantalique ou d'acide niobique dans les dissolutions

acides. Mais il est à remarquer que la présence de l'acide oxalique ou d'un autre acide organique non volatil, empêche la formation du précipité au moyen de la noix de galle.

» Le cyanure de fer et de potassium jaune produit dans une dissolution de tantalate de soude rendue acide par quelques gouttes d'acide sulfurique, un précipité jaune floconneux qui est un peu soluble dans un grand excès d'acide chlorhydrique; dans une dissolution de niobate de soude, il produit un précipité rouge très-prononcé, qui par sa couleur ressemble au précipité que fait naître la noix de galle dans la même dissolution.

» Le cyanure de fer et de potassium rouge produit dans une dissolution de tantalate de soude un précipité blanc floconneux; dans une dissolution de niobate de soude, un précipité jaune très-prononcé.

» Si l'on plonge dans une dissolution de tantalate de soude rendue acide une lame de zinc, rien ne se manifeste; après quelque temps, il se forme un dépôt blanc, c'est de l'acide tantalique qui se précipite quand l'excès d'acide ajouté vient dissoudre l'oxyde de zinc formé. Dans une dissolution de niobate de soude rendue acide par un peu d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique, le zinc produit un précipité bleu. Avec le temps, ce précipité passe au brun. Le perchlorure de tantale, préparé au moyen de l'acide tantalique du charbon et du chlore, est jaune, très-fusible et très-volatil.

» Le perchlorure de niobium, préparé de la même manière, est incolore, infusible et très-peu volatil.

» Si l'on fait passer sur du perchlorure de tantale de l'ammoniaque sèche, ce gaz est absorbé, mais l'absorption ne se fait pas rapidement, et le perchlorure s'échauffe moins que ne le font les chlorures métalliques, liquides et volatils placés dans les mêmes circonstances; ce n'est pas que le perchlorure n'ait pas une grande affinité pour l'ammoniaque, mais la nouvelle combinaison formée, entoure le perchlorure de tantale solide et empêche la réaction de se propager. Si l'on chauffe cette nouvelle combinaison, on obtient du tantale métallique, et en même temps, il se dégage du chlorhydrate d'ammoniaque. Par un lavage à l'eau, on le débarrasse du chlorhydrate d'ammoniaque. Chauffé à l'air, il se change en acide tantalique en présentant le phénomène d'ignition. La réduction du tantale exige une bien plus grande chaleur que celle du titane dans des circonstances semblables. Le tantale obtenu se présente sous l'aspect de croûtes noires; l'eau est sans action sur lui.

» Le perchlorure de niobium, exposé à l'action de l'ammoniaque sèche, jaunit et s'échauffe fortement, parce que, étant infusible, il présente une plus

grande surface à l'action de l'ammoniaque. La nouvelle combinaison chauffée noircit à l'instant en dégageant du chlorhydrate d'ammoniaque. La réduction se fait à une température bien plus basse que celle du tantale. Le métal réduit se présente sous la forme d'une poudre noire. Lavé à l'eau pour le débarrasser du chlorhydrate d'ammoniaque; l'eau de lavage passe claire tant que le métal est souillé de chlorhydrate d'ammoniaque; dès qu'on approche du terme de lavage, l'eau se trouble. On pare à cet inconvénient en ajoutant quelques gouttes d'alcool à l'eau de lavage. Chauffé à l'air, il brûle avec ignition et se change en acide niobique blanc. L'acide nitrique et l'eau régale sont sans action sur lui, même en faisant bouillir le tout; mais il est attaqué avec un dégagement de vapeurs rutilantes par un mélange d'acide azotique et d'acide fluorhydrique. Le tantale se comporte, du reste, de la même manière avec ces acides.

» Si l'on admet pour l'acide tantalique et l'acide niobique la même composition atomique, le poids du niobium est plus élevé que celui du tantale. »

CHIMIE. — *De l'action du charbon sur les solutions métalliques;* *par* M. A. CHEVALLIER.

« On sait que la découverte de la propriété décolorante du charbon végétal est due à Lowitz, que celle du charbon animal fut annoncée par Kehls (*Journal de Physique,* 1793) et mieux appréciée par Figuier en 1810; enfin qu'elle a été le sujet de travaux d'une haute importance dus à MM. Payen, Bussy et Desfosses, qui obtinrent en 1822, les deux premiers le prix, et le troisième la médaille d'encouragement décernés par la Société de Pharmacie de Paris.

» En s'occupant de travaux sur le charbon, M. Payen reconnut que ce corps jouissait de la propriété d'enlever la chaux et les sels de chaux aux liquides qui contiennent ces produits lorsqu'ils étaient soumis à l'action du charbon.

» M Lassaigne reconnut plus tard (*Journal de Chimie médicale,* t. IX, p. 707) que le charbon mis en contact avec de l'iodure d'amidine et avec une dissolution d'iode, se combinait à l'iode, l'enlevait aux liquides, de façon qu'on ne retrouvait plus de traces de ce corps dans les liquides traités par le charbon.

» M. Berzelius s'est aussi occupé de l'action du charbon, et voici comment il s'exprime à ce sujet : « On n'a point encore examiné avec tout le » soin nécessaire quelles sont les substances que le charbon sépare de leur

» dissolution dans l'eau, et quelles sont celles qu'il ne précipite point; il » paraît, d'après les observations recueillies jusqu'à ce jour, qu'il agit sur » les substances d'origine organique, principalement sur les substances co- » lorantes et odorantes, telles que le bois de Fernambouc, la cochenille, le » tournesol, l'indigo dissous dans l'acide sulfurique, la couleur rouge du » vin, la couleur brune qui teint les dissolutions du salpêtre, du sucre et » de l'acide succinique, les effluves fétides des corps en putréfaction, les » huiles empyreumatiques, celle de l'eau-de-vie de grain et de diverses » huiles volatiles végétales; mais Graham a démontré que cette propriété » s'étend même jusqu'à des corps inorganiques; il a trouvé, par exemple, » que le charbon précipite l'iode de sa solution dans l'iodure potassique, la » chaux de l'eau de chaux (1), le nitrate plombique neutre et tous les sous- » sels métalliques sur lesquels il a opéré, de leur dissolution soit dans l'eau, » soit dans un mélange de ce liquide avec l'ammoniaque, et que la précipitation » se faisait d'une manière tellement complète, qu'il ne reste plus rien dans » la liqueur; au contraire, l'acide arsénieux et plusieurs sels neutres ne sont » pas précipités de leur dissolution aqueuse; il serait d'autant plus impor- » tant que l'on déterminât quels sont les corps, tant minéraux qu'organi- » ques, qu'il est possible de précipiter par ce moyen, qu'on pourrait peut- » être appliquer cette propriété du charbon dans l'analyse chimique (2). »

---

(1) Ces faits avaient été signalés, l'un par M. Lassaigne, l'autre par M. Payen.

(2) M. Pelouze a eu la complaisance de nous faire traduire ce que dit M. Graham au sujet du charbon ; voici ce passage (*Du charbon animal,* Graham, page 302) :

« La propriété remarquable que possède le charbon animal d'absorber les matières en » dissolution est due certainement à une attraction de surface qui peut vaincre néanmoins » des affinités chimiques de quelque intensité. Les matières entraînées par le charbon res- » tent attachées à sa surface sans être décomposées ou altérées dans leur nature ; car si on » neutralise le sulfate d'indigo et qu'on le filtre à travers le charbon, la totalité de la ma- » tière colorante est retenue par celui-ci et la liqueur passe incolore; mais une solution » alcaline peut enlever la matière colorante au charbon et la faire rentrer en dissolution. Le » charbon animal entraîne les matières suivantes : *la chaux en solution dans l'eau,* l'iode » dissous dans l'iodure de potassium, les sous-sels de plomb solubles et les oxydes métal- » liques dissous dans l'ammoniaque et la potasse caustique. Mais il n'y a que peu ou point » d'action sur la plupart des sels neutres. Le noir animal peut avec le temps réagir sur les » substances qu'il entraîne, probablement à cause de l'intimité du contact; aussi il réduit » l'oxyde de plomb à l'état métallique, et cela même en un assez court espace de temps. » Suivent les propriétés chimiques et physiques du carbone, ses usages, etc.

On verra, par ce travail, que M. Graham n'est pas d'accord avec les résultats que nous avons obtenus de nos recherches.

» Nous ne connaissions pas les observations de M. Graham, lorsqu'en 1843 nous reconnûmes, en opérant sur des vins acides contenant des sels de plomb, que ces vins, lorsqu'ils étaient décolorés par le charbon, ne contenaient plus de ce métal; c'est ce fait qui nous a porté à faire les expériences que nous allons décrire ici.

» Les essais que nous avons faits ont porté sur le charbon végétal, sur le charbon animal lavé et non lavé; ces expériences ont été faites, dans quelques cas, à froid; dans d'autres cas, à l'aide de la chaleur.

» Nous avons agi *sur l'eau, sur le vin, sur l'alcool, sur l'acide acétique*, et nous avons reconnu : 1° que le charbon végétal enlevait les sels de plomb, l'acétate et l'azotate contenus dans tous ces liquides (1);

» 2°. Que cette séparation qui avait lieu à froid se faisait beaucoup plus rapidement en s'aidant de l'action de la chaleur;

» 3°. Qu'il faut une plus grande quantité de charbon végétal pour enlever ces sels des liquides qui les contiennent, qu'il ne faut de charbon animal;

» 4°. Qu'il a fallu, pour enlever à froid 50 eentigrammes d'acétate de plomb dissous dans 100 grammes d'eau, 5 grammes de charbon végétal et cinq jours de contact;

» 5°. Qu'il a fallu, pour enlever à 100 grammes d'eau distillée 50 centigrammes d'azotate de plomb, six jours de contact et 10 grammes de charbon végétal;

» 6°. Qu'il a fallu, pour enlever à froid à 100 grammes d'eau 1 gramme d'acétate de plomb, 1 gramme de charbon animal non lavé et quarante-huit heures de contact;

» 7°. Qu'il a fallu, pour enlever à froid à 100 grammes d'eau 50 centigrammes d'azotate de plomb, 2^{gr},50 de noir animal non lavé et quarante-huit heures de contact;

» 8°. Qu'il a fallu, pour enlever à froid à 32 grammes d'alcool 50 centigrammes d'acétate de plomb, 1 gramme de charbon non lavé et vingt-quatre heures de contact;

» 9°. Qu'il a fallu, pour enlever à froid à 50 grammes de vinaigre 50 centigrammes d'acétate de plomb, 1 gramme de charbon et vingt-quatre heures de contact;

---

(1) Nous continuons les essais que nous avons entrepris sur les sels de fer, de cuivre, de zinc, de mercure, d'arsenic, d'antimoine, etc.; enfin, nous comptons aussi examiner l'action du charbon sur les alcalis organiques, etc.

» 10°. Que des essais faits avec l'acide azotique et chlorhydrique nous ont démontré que le charbon n'enlève pas à ces acides le plomb qu'ils contiennent en solution;

» 11°. Que des essais faits avec le noir lavé et épuisé de phosphate et de carbonate de chaux nous ont démontré qu'il fallait: A. 1 gramme de noir lavé et vingt-quatre heures de contact pour enlever à 100 grammes d'eau 50 centigrammes d'acétate de plomb;

» B. Qu'il fallait $2^{gr},50$ de noir lavé et quarante-huit heures de contact pour enlever à 100 grammes d'eau 50 centigrammes d'azotate de plomb;

» C. Qu'il fallait 1 gramme de noir lavé et vingt-quatre heures de contact pour enlever à 50 grammes d'alcool 50 centigrammes d'acétate de plomb;

» D. Qu'il fallait 1 gramme de noir lavé et vingt-quatre heures de contact pour enlever à 50 grammes de vinaigre 50 centigrammes d'acétate de plomb;

» E. Qu'il fallait 2 grammes de noir lavé et quarante-huit heures de contact pour décolorer 150 grammes de vin rouge contenant 50 centigrammes d'acétate de plomb, et lui enlever ce sel;

» 12°. Que des expériences faites à l'aide de la chaleur, il résulte pour nous :

» A. Qu'il faut 1 gramme de charbon animal non lavé et deux minutes d'ébullition pour enlever à 100 grammes d'eau 50 centigrammes d'acétate de plomb;

» B. Qu'il faut $2^{gr},50$ de charbon et deux minutes d'ébullition pour enlever à 100 grammes d'eau 50 centigrammes d'azotate de plomb;

» C. Qu'il faut 1 gramme de charbon non lavé et cinq minutes d'ébullition pour enlever à 50 grammes de vinaigre 50 centigrammes d'acétate de plomb;

» D. Qu'il faut 2 grammes de charbon non lavé et cinq minutes d'ébullition pour décolorer 150 grammes de vin rouge et lui enlever 50 centigrammes d'acétate de plomb.

» Des essais faits dans les mêmes conditions avec le charbon lavé nous ont démontré que ce corps enlève, comme le charbon non lavé, les sels de plomb à l'eau, au vinaigre et au vin, et qu'il ne faut que quelques minutes d'ébullition.

» Si l'on examine l'eau dans laquelle on a fait réagir le charbon lavé sur l'acétate et sur le nitrate de plomb, on reconnaît que cette eau contient de l'acide acétique libre si l'on a agi avec l'acétate, et de l'acide azotique si l'on a agi avec l'azotate.

» De plus, si l'on met en contact dans une cornue, 1° de l'acétate de

plomb, de l'eau et du charbon lavé, et qu'on porte à la distillation, on obtient de l'acide acétique; 2° de l'azotate de plomb, du charbon lavé et de l'eau, et qu'on agisse par distillation, on obtient de l'acide azotique. On retrouve encore, dans la liqueur où la décomposition s'est opérée et qui a été soumise à la distillation, de l'acide acétique libre dans le premier cas, et dans le second de l'acide azotique libre.

» Si l'on met en contact, 1° de l'eau, de l'acétate de plomb et du charbon lavé et pur, et qu'on laisse en contact en agitant de temps en temps, on remarque qu'il y a décomposition: l'oxyde de plomb se combine au charbon et on retrouve l'acide acétique libre dans la liqueur; 2° du nitrate de plomb, de l'eau et du charbon pur, qu'on laisse en contact en agitant de temps en temps, on remarque qu'il y a décomposition : l'oxyde de plomb se combine au charbon, et l'on trouve l'acide azotique libre dans la liqueur.

» Des essais d'application ont été faits, et on a reconnu que l'eau de fleur d'oranger du commerce, qui contient des sels de plomb, par suite de sa conservation dans des estagnons étamés avec de l'étain mêlé de plomb, peut être privée de ces sels par l'emploi du charbon; pour cela on la met en contact avec du charbon animal lavé, on agite à plusieurs reprises, on laisse déposer et on filtre.

» M. Naveteur, qui sur notre demande a fait des essais, a reconnu qu'on pouvait, avec quelques grammes (3 ou 4), enlever les sels de plomb contenus dans un estagnon contenant 25 litres de ce liquide (l'opération fut faite chez M. Muraour); l'eau ainsi privée de ces sels de plomb n'avait pas sensiblement perdu de son odeur.

» Nous avons répété cette opération dans notre laboratoire sur de l'eau de fleur d'oranger prise chez M. Durand et qui contenait des sels de plomb; le plomb fut enlevé par le charbon.

» Nous avons aussi fait des essais, 1° avec le charbon sulfurique préparé par le traitement de la chair, par l'acide à 66 degrés; 2° avec le charbon préparé par la carbonisation du foie de veau à vase clos. Nous avons reconnu, lors de ces essais, 1° que le charbon sulfurique, mis en contact à froid avec de l'eau contenant de l'acétate de plomb, a une action presque nulle, et que le sel plombique reste en dissolution dans le liquide; 2° que ce charbon employé à l'aide de la chaleur enlève une portion du plomb; 3° que le charbon de foie, soit à froid, soit à l'aide de l'ébullition, décompose en partie les sels de plomb, mais que la séparation n'est pas complète.

» De ce qui précède il semble résulter pour nous : 1° que le charbon végétal, 2° que le charbon animal non lavé, 3° que le charbon animal lavé et

séparé des carbonates et des phosphates, charbons qui, comme on le sait, forment des combinaisons avec les matières colorantes, combinaisons qui sont insolubles et qui se précipitent, sont aussi susceptibles de s'unir à des oxydes métalliques, de les séparer des solutions dans lesquelles ces oxydes se trouvent combinés aux acides, et de former des combinaisons insolubles en mettant l'acide en liberté.

» Cette propriété du charbon de s'emparer des oxydes métalliques a dû, dans divers cas de chimie judiciaire, être la cause d'erreurs; en effet, dans un grand nombre de cas, les auteurs imposent l'obligation de décolorer, par le charbon, les liqueurs dans lesquelles on doit rechercher des sels métalliques qui sont susceptibles d'être enlevés par le charbon; cette indication de l'emploi de ce corps existe non-seulement dans des ouvrages anciens, mais dans des ouvrages récemment publiés et que nous avons sous la main; là on trouve *la prescription formelle de décolorer par ce corps des liquides dans lesquels on doit déterminer la présence d'un sel de plomb et d'autres sels métalliques*. »

CHIMIE. — *Sur les phénomènes chimiques de la digestion; par* MM. C. BERNARD, de Villefranche, *et* C. BARRESWIL. (Deuxième Mémoire.)

« Dans un premier Mémoire, que nous avons eu l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, nous avons démontré expérimentalement que le suc gastrique ne se borne pas seulement à dissoudre les matières alimentaires, mais qu'il les modifie en même temps d'une manière plus profonde et les prépare ainsi aux phénomènes ultérieurs de l'assimilation.

» Ce premier fait une fois établi, nous nous sommes proposés d'étudier le mode d'action spéciale que le suc gastrique exerce sur les principaux aliments simples. Mais avant d'entreprendre cette étude, il nous a paru indispensable de nous fixer d'une manière positive sur la constitution chimique du fluide gastrique, au sein duquel ces transformations s'opèrent.

» La réaction acide constante que présente le suc gastrique, constitue une de ses propriétés essentielles; on sait, en effet, que le suc gastrique, neutralisé par un alcali ou par un carbonate alcalin, perd tout à fait ses propriétés digestives, qu'on peut lui rendre, toutefois, en rétablissant la réaction acide. D'un autre côté, on acquiert la certitude que l'acidité n'est qu'un seul des éléments de l'activité du suc gastrique, car en soumettant ce fluide pur à une température voisine de l'ébullition, il perd également ses propriétés digestives, non plus par l'absence de la réaction acide, qui reste la même,

mais parce qu'on agit alors sur un autre de ses principes qui est essentiellement modifiable par la chaleur.

» D'après ces deux faits capitaux, nous admettons, sauf à le démontrer plus loin, que le suc gastrique doit l'ensemble de ses propriétés à la réunion de deux principes inséparables dans leur action, savoir : 1° une substance à réaction acide; 2° une matière organique particulière destructible par la chaleur. Nous ne nous occuperons ici que de la cause de la réaction acide du suc gastrique.

» Deux opinions règnent aujourd'hui dans la science sur la cause de l'acidité du suc gastrique : dans l'une, on admet que ce caractère est dû à la présence du biphosphate de chaux; dans l'autre, on l'attribue à un acide existant dans le suc gastrique à l'état de liberté.

» Le fait principal sur lequel on s'appuie pour nier l'existence d'un acide libre dans le suc gastrique, et pour y admettre seulement la présence du biphosphate de chaux, consiste en ce que le suc gastrique peut être traité par le carbonate de chaux en excès sans produire de dégagement d'acide carbonique. Nos expériences nous ont montré que les choses ne se passaient ainsi qu'à cause de la dilution excessive de l'acide du suc gastrique, ce qui permettait aux petites quantités d'acide carbonique produit de se dissoudre au fur et à mesure de sa formation. Il nous a suffi, en effet, de concentrer préalablement le suc gastrique, pour obtenir avec la craie une effervescence manifeste. De plus, nous avons observé que le suc gastrique dissout le phosphate neutre de chaux, et nous nous sommes assurés que ce sel est complétement insoluble dans le biphosphate de la même base. Nous avons conclu de ces expériences que le suc gastrique devait son acidité, non pas au biphosphate de chaux, mais à la présence d'un acide libre.

» Les auteurs qui ont admis dans le suc gastrique la présence d'un acide isolé, diffèrent d'opinion sur sa nature : les uns admettent l'acide acétique, le plus grand nombre le chlorhydrique, quelques-uns le phosphorique, d'autres enfin, le lactique.

» Nous avons successivement cherché à constater ces divers acides dans le suc gastrique. Avant d'indiquer la marche que nous avons suivie dans ces expériences, nous ferons observer que toutes ont été faites avec du suc gastrique très-pur pris à divers chiens bien portants.

» L'*acide acétique* étant un acide volatil, nous avons soumis le suc gastrique à la distillation, à une douce chaleur, avec les précautions convenables pour éviter les soubresauts et l'entraînement mécanique du liquide à distiller; les premiers produits recueillis et essayés au papier de tournesol, ne pré-

sentaient pas de réaction acide. Comme contre-épreuve nous avons distillé de l'eau très-faiblement acidulée par du vinaigre; le liquide qui passa le premier à la distillation avait une réaction manifestement acide. Le suc gastrique auquel nous avons ajouté une trace d'acide acétique et même d'acétate de soude, s'est comporté à la distillation de la même manière. Ayant saturé du suc gastrique par du carbonate de soude, puis évaporé la dissolution à sec et traité le résidu par l'acide arsénieux, nous n'avons pas remarqué l'odeur d'oxyde de cacodyle, qui est, comme on le sait, si caractéristique de l'acide acétique. D'après ces expériences, il nous semble prouvé que le suc gastrique ne contient pas d'acide acétique libre, et ne renferme pas non plus d'acétates.

» En réfléchissant que les premiers produits de la distillation du suc gastrique ne donnent jamais de liquide acide, nous avions été tentés d'invoquer ce même fait pour rejeter aussi la présence de l'acide chlorhydrique libre, parce que, suivant les idées admises, cet acide, qui est volatil, aurait dû passer dans les premiers instants. Cependant nous serions tombés dans l'erreur, comme on va le voir par l'expérience suivante. En effet, si l'on acidule très-légèrement de l'eau avec de l'acide chlorhydrique, et qu'on distille, on remarque qu'il ne passe d'abord à la distillation que de l'eau pure, tandis que l'acide qui se concentre dans les derniers produits ne se dégage qu'à la fin de l'opération. Ce fait imprévu nous détermina à distiller de nouveau le suc gastrique pur en poussant la distillation jusqu'à siccité. Voici ce qu'on observe alors : d'abord, et pendant presque toute la durée de l'expérience, il ne passe à la distillation qu'un liquide neutre, limpide, ne précipitant pas par le nitrate d'argent; puis, le suc gastrique étant évaporé à peu près au $\frac{4}{5}$, le liquide qui distille est sensiblement acide, mais ne précipite aucunement par les sels d'argent. Enfin, vers les derniers instants seulement, lorsqu'il ne reste plus que quelques gouttes de suc gastrique à évaporer, le liquide acide qui se produit donne, par les sels d'argent, un précipité manifeste qui ne fait pas disparaître l'acide nitrique concentré.

» Il n'est pas douteux que ce dernier produit soit de l'acide chlorhydrique, mais il restait à déterminer s'il existe dans le suc gastrique ou si, dans les circonstances de l'opération, il n'est pas produit par la décomposition d'un chlorure.

» Lorsqu'on ajoute au suc gastrique qui, comme on le sait, contient de la chaux, une proportion *minime* d'acide oxalique, on obtient un trouble évident dû à la formation de l'oxalate de chaux insoluble dans le suc gastrique, tandis qu'une égale quantité du même réactif ne produit aucun trouble dans de l'eau contenant deux millièmes d'acide chlorhydrique à laquelle on a

ajouté du chlorure de calcium. Cette seule expérience démontre évidemment que l'acide chlorhydrique existe à l'état de chlorure et ne se trouve pas à l'état de liberté dans le suc gastrique; nous aurons encore plus loin occasion de confirmer ce fait par d'autres expériences.

» L'*acide phosphorique* étant un acide fixe, nous avons dû également le rechercher dans le suc gastrique concentré par la distillation; ce résidu avait acquis une réaction extrêmement acide et faisait effervescence avec la craie, mais il ne perdait jamais entièrement sa réaction acide, malgré l'excès de carbonate calcaire. Ce caractère, ajouté à ceux qu'ont donnés les différents auteurs, indique positivement la présence de l'acide phospborique dans le suc gastrique. Nous avons ensuite saturé du suc gastrique par la chaux et par l'oxyde de zinc, les liqueurs filtrées étaient neutres et nous ont présenté tous les caractères de la chaux et du zinc. Cette expérience prouve que l'acide phosphorique n'est pas le seul acide libre du suc gastrique; car s'il en eût été ainsi, en raison de l'insolubilité des deux phosphates, nous n'aurions trouvé ni chaux ni zinc dans le liquide filtré. Nous nous sommes assurés que les principes étrangers du suc gastrique, tels que le chlorure de sodium, ne masquaient en rien cette réaction.

» Pour déterminer maintenant la nature de l'acide qui, existant dans le suc gastrique, a pu donner naissance à des sels solubles de chaux et de zinc, nous devons nous rappeler que c'est un acide qui passe vers les derniers instants de la distillation et ne précipite pas les sels d'argent.

» L'*acide lactique* nous a présenté des caractères semblables; nous avons soumis à la distillation de l'eau acidulée par l'acide lactique, et retrouvé dans cette opération une analogie frappante avec les phénomènes qui se produisent dans la distillation du suc gastrique, savoir : que dans les premiers temps de la distillation il ne passe que de l'eau pure, puis vers la fin un liquide acide, et qu'il reste un résidu liquide fortement acide faisant effervescence avec les carbonates.

» En distillant de l'eau acidulée par l'acide lactique, à laquelle on avait ajouté un peu de chlorure de sodium, nous avons obtenu une analogie encore plus complète, c'est-à-dire que nous avons vu la distillation présenter trois périodes distinctes, absolument comme pour le suc gastrique; dans les premiers moments il ne passa que de l'eau pure, ensuite un acide ne précipitant pas par les sels d'argent, et les dernières gouttes de liquide entraînèrent de l'acide chlorhydrique.

» Cette expérience explique nettement la présence de l'acide chlorhydrique dans les produits ultérieurs de la distillation du suc gastrique; cet

acide provient, en effet, de la décomposition des chlorures par l'acide lactique dans des liqueurs concentrées. Si ce fait ne suffisait pas pour prouver que le suc gastrique ne contient pas d'acide chlorhydrique libre, l'expérience suivante lèverait tous les doutes à cet égard.

» Si l'on fait bouillir de l'amidon avec l'acide chlorhydrique, celui-ci perd bientôt la propriété de bleuir par l'iode, tandis que de l'acide lactique ne lui fait éprouver aucune modification, même après une ébullition prolongée.

» D'un autre côté, si l'on fait bouillir de l'amidon avec de l'acide chlorhydrique auquel on a ajouté un lactate soluble en excès, on remarque que la fécule reste inaltérée, comme si l'on opérait au sein de l'acide lactique. Cette expérience prouve à l'évidence que l'acide chlorhydrique ne peut exister à l'état de liberté en présence d'un lactate en excès. Par des épreuves semblables, on peut prouver que l'existence de l'acide chlorhydrique est de même inadmissible en présence d'un phosphate ou d'un acétate en excès.

» En résumant ces expériences, nous voyons que l'acide lactique et l'acide du suc gastrique présentent pour caractères communs d'être fixes au feu, d'être entraînés à la distillation par la vapeur d'eau, et de chasser l'acide chlorhydrique des chlorures. Poursuivant la comparaison entre ces deux acides, nous avons reconnu à l'acide du suc gastrique tous les caractères indiqués par M. Pelouze pour l'acide lactique; ces deux acides, en effet, donnent des sels de chaux, de baryte, de zinc, de cuivre, solubles dans l'eau; un sel de cuivre qui forme avec la chaux un sel double soluble dont la couleur est plus intense que celle du sel simple; un sel de chaux soluble dans l'alcool et précipitable par l'éther de sa dissolution alcoolique. D'après l'ensemble des caractères que nous venons d'énumérer, l'existence de cet acide nous paraît être aujourd'hui hors de contestation. Déjà M. Chevreul, et MM. Leuret et Lassaigne avaient signalé l'acide lactique dans le suc gastrique.

» *Conclusions.* — D'après les faits contenus dans ce travail, nous pouvons avancer que la réaction acide du suc gastrique n'est pas due au biphosphate de chaux, mais qu'elle résulte au contraire de la présence d'un acide à l'état de liberté dans le fluide gastrique. Nous n'avons jamais pu constater l'existence des acides chlorhydrique et acétique libres qu'on avait indiqués.

» Constamment nous avons trouvé les caractères bien distincts de l'acide lactique uni à une faible proportion d'acide phosphorique (1). Suivant nous,

---

(1) L'acide phosphorique que nous signalons ici, doit être regardé comme un produit secondaire d'une réaction de l'acide lactique sur les phosphates que contient le suc gastrique.

l'acide lactique doit être considéré comme une production physiologique constante de l'organisme. Quelles que soient, en effet, les conditions d'alimentation dans lesquelles nous avons placé les animaux, nous n'avons pas vu varier la nature du principe acide du fluide gastrique. Ainsi, après un régime exclusivement végétal ou animal suivi pendant plusieurs jours, ou bien encore après une diète prolongée, nous avons toujours trouvé de l'acide lactique libre.

» En avançant que l'acide lactique est la cause constante de l'acidité du suc gastrique, nous ne voulons pas donner à penser que cet acide soit, par sa nature, doué de certaines propriétés spéciales qui le rendent indispensable à l'action des phénomènes de la digestion. Il résulte, au contraire, des expériences de M. Blondlot et de celles qui nous sont propres, que si une réaction acide est indispensable pour que la propriété dissolvante du suc gastrique se manifeste, la nature de l'acide qui produit cette réaction est indifférente.

» C'est ainsi que nous avons pu saturer du suc gastrique de phosphate de chaux neutre, ou lui ajouter les acides acétique ou phosphorique en grand excès, et même de l'acide chlorhydrique *en quantité suffisante pour qu'il fût réellement à l'état de liberté* dans le liquide, et toujours le suc gastrique a conservé ses propriétés digestives.

» Cette équivalence des acides pour l'activité du suc gastrique paraît même nécessaire; car à chaque instant, par le fait même de l'alimentation, les sels les plus différents sont introduits dans l'estomac au moment de la formation du suc gastrique. On comprend que si parmi ces sels il s'en trouvait dont l'acide pût être déplacé par l'acide lactique, les fonctions digestives seraient infailliblement troublées si l'acide nouveau, mis en liberté, ne pouvait remplacer l'acide normal. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'acidité du suc gastrique; par* M. MELSENS.

« Les physiologistes et les chimistes qui se sont occupés de la composition du suc gastrique, l'ont toujours trouvé acide et ont presque tous admis que l'acidité était due à un ou à plusieurs acides libres, les acides phosphorique, lactique, butyrique, acétique et chlorhydrique. M. Blondlot, dans ces derniers temps, a cru devoir nier la présence des acides libres dans le suc gastrique; il a admis que l'acidité de ce fluide est due à du biphosphate de chaux, dont il est impossible de détruire la réaction par la saturation au moyen du carbonate de chaux.

» On trouvera dans son ouvrage (*Traité analytique de la digestion*) les faits sur lesquels il se base pour le prouver.

» Il y a deux objections à faire à ces expériences. En effet, M. Blondlot ne dit nulle part qu'il a pris la précaution, quand il filtre du suc gastrique, de prendre du papier débarrassé de cendres. Ensuite, lorsqu'il met du suc gastrique en contact avec du carbonate de chaux, il n'observe pas d'effervescence, mais il fait abstraction du poids du carbonate employé avant et après l'expérience.

» Il est facile de prouver que le suc gastrique contient un acide libre, sur la nature duquel je n'entends pas me prononcer; voici les expériences sur lesquelles je fonde mon assertion.

» 32 grammes de suc gastrique, que M. Blondlot avait remis à M. Dumas, ont été mis en contact avec quelques fragments de marbre blanc pesant ensemble $7^{gr},007$; on les a laissés en contact à froid pendant deux jours, puis on les a soigneusement lavés et pesés; leur poids ne s'élevait plus qu'à $6^{gr},937$; ils avaient donc perdu 70 milligrammes.

» J'ai fait une expérience préalable en les lavant à l'eau pure, les desséchant pour m'assurer qu'aucune perte de poids n'avait lieu; mais des petits fragments s'étaient détachés des boulettes de marbre que j'avais employées, et quoique j'eusse pris le soin d'en tenir compte, cette expérience ne me satisfaisait pas.

» 73 grammes du même suc furent mis en présence de vingt fragments de spath d'Islande pesant ensemble $3^{gr},462$, et laissés en contact pendant vingt-quatre heures; au bout de quelque temps on voit les cristaux de spath se couvrir de petites bulles de gaz; si on les déplace par l'agitation, de nouvelles bulles se forment. Après l'expérience, la surface des cristaux est corrodée, ils pesaient $3^{gr},354$; ils avaient donc perdu $0^{gr},108$.

» M. Bernard a eu la complaisance de mettre à ma disposition un chien ayant une fistule stomacale.

» 68 grammes de suc gastrique très-sale, remplis de grumeaux de pain, ont dissous, en douze heures, $0^{gr},071$ de spath.

» 64 grammes de suc gastrique recueilli après une alimentation avec du bœuf bouilli ont dissous $0^{gr},166$ de spath.

» 60 grammes de pâte chymeuse recueillie après avoir fait manger au chien de la graisse de mouton, et un fragment de cartilages, ont dissous $0^{gr},057$ de spath.

» Ces expériences confirment donc la présence d'un acide libre dans le suc gastrique; M. Bernard, d'ailleurs, dans sa thèse, tout en se servant de l'ana-

lyse de M. Blondlot, dit positivement que le suc dissout les métaux avec effervescence. Je ne fais que confirmer son expérience par la balance. M. Dumas avait remarqué, du reste, que les digestions artificielles ne se faisaient plus, ou très-difficilement, avec du suc gastrique filtré sur de la craie, et qu'une trace d'acide chlorhydrique ajouté au suc rétablissait de suite ses propriétés. »

MÉDECINE. — *Note sur le charbon qui se produit dans les poumons de l'homme, pendant l'âge mur et la vieillesse; par* M. **Natalis Guillot**.

« 1°. Il se produit et s'accumule continuellement dans les organes respiratoires de l'espèce humaine, pendant la durée de l'âge mûr, et principalement dans la vieillesse, du charbon en nature dans un état excessif de division. Ce fait est général sur tous les hommes, quelle qu'ait été leur profession.

» Des analyses exactes de ce charbon ont été faites, sous les yeux de M. Dumas, par M. Melsens, son élève. (*Voir*, plus loin, le travail de M. Melsens.)

» 2°. Ce charbon, déposé dans l'épaisseur même des tissus, ne provient pas de l'extérieur.

» 3°. Partout où cette matière existe en quantité suffisante pour former des amas de 1 millimètre de côté au moins, les canaux aériens, les conduits sanguins artériels et veineux sont oblitérés en vertu de sa présence, et les tissus pulmonaires sont alors transformés en une substance colorée en noir, qui peut occuper jusque plus de la moitié des organes.

» 4°. La respiration ne s'opère plus dans ces parties qui servent de gangue au charbon, les phénomènes de la circulation ne s'y produisent plus, et dans l'état pathologique les phénomènes inflammatoires ne s'y développent point. Ces faits peuvent être appréciés principalement par l'insufflation des organes de la respiration, et par l'injection de liquides colorés dans les vaisseaux sanguins qui les parcourent. L'air ne s'introduit plus dans les endroits où le charbon est accumulé, et les artères ainsi que les veines ne sont point perméables au delà de la circonférence des masses noires.

» 5°. L'accumulation successive de ce charbon, au delà d'un certain terme, cause la mort des vieillards. L'excès de ce charbon produit la mort en rendant le poumon imperméable.

» 6°. La présence constante de ce produit (le charbon) chez tous les vieillards rend souvent fatale la terminaison des inflammations et des congestions sanguines de l'organe respiratoire. L'oblitération par des molécules charbon-

neuses des canaux aériens et sanguins explique la fréquence de l'asphyxie rapide dans les maladies de poitrine pendant la dernière époque de la vie.

» 7°. Ces molécules de charbon paraissent avoir une grande influence sur les phénomènes qui se succèdent dans l'épaisseur et autour des masses tuberculeuses. Lorsque des tubercules se produisent dans les poumons, et que le charbon se dépose abondamment autour d'eux, ils ne subissent point les changements successifs propres à la phthisie lorsque cette maladie suit régulièrement son cours.

» 8°. Ces tubercules deviennent calcaires, sont privés de graisse, et ne s'accroissent point. Aucun vaisseau de formation nouvelle ne se développe autour d'eux, ou bien, lorsque ces vaisseaux ont déjà pris de l'accroissement avant le dépôt des molécules de charbon, ils s'oblitèrent par suite de ce dépôt, et les progrès de la phthisie s'arrêtent.

» 9°. La production du charbon dans les poumons humains, indépendante de la profession et ne résultant que de l'âge et très-probablement de la nourriture des individus, est un fait qui doit être étudié sous le point de vue physiologique, et qui mérite également d'être considéré au point de vue de la pathologie, puisque, s'il peut en résulter l'aggravation des affections les plus communes chez les vieillards dont les poumons ne peuvent plus fonctionner complétement, il paraît aussi que l'apparition de cette matière dans les tissus pulmonaires, en enveloppant les tubercules, en les isolant du reste de l'organe, arrête complétement la marche de la phthisie tuberculeuse.

» Les détails confirmatifs de ces résultats seront incessamment déposés sous les yeux de l'Académie. »

CHIMIE. — *Recherches chimiques sur la matière des mélanoses; par* M. MELSENS.

« Rien ne paraît plus facile à caractériser que la matière des mélanoses, lorsque, débarrassée des tissus dans lesquels elle se trouve, on la met en contact avec divers réactifs; mais s'agit-t-il de prouver par l'analyse les déductions qu'on tire de l'action de divers agents, on n'y parvient plus, et le rôle du chimiste se borne à prouver qu'en effet on ne le peut, ou du moins que la petite quantité de matière que j'ai eu à ma disposition, quoique j'aie traité une masse considérable de poumons, ne m'a pas permis de faire concorder l'analyse avec les caractères du corps.

» J'ai employé diverses méthodes, dans le détail desquelles je crois ne pas devoir entrer, pour isoler la matière noire des mélanoses. Un mélange d'a-

cide nitrique, d'acide chlorhydrique et d'eau, ou l'acide chlorhydrique seul, rendent solubles les matières albuminoïdes. La potasse, l'ammoniaque, l'alcool, l'éther enlèvent les matières grasses. Parfois je faisais bouillir d'abord les poumons dans de l'eau que je renouvelais souvent. On alternait ces traitements plusieurs fois en lavant par décantation, les filtres ne retenant pas la matière noire pure et pouvant apporter, du reste, des parcelles de matières organiques, quand elle n'est pas encore bien débarrassée des substances de l'économie et qu'on est obligé d'enlever sur les filtres une matière impure qui s'y attache.

» On rencontre déjà une difficulté dans ces lavages par décantation; car, dans certains cas, la matière forme une encre qui ne se dépose qu'avec beaucoup de difficulté. L'eau est-elle pure, la matière se dépose très-lentement, est-elle alcaline, le dépôt ne se fait qu'imparfaitement, et la portion surnageante simule une véritable dissolution d'un noir fauve. Au microscope, on y aperçoit directement la matière en suspension.

» La dissolution de potasse est-elle concentrée, le dépôt s'opère assez rapidement; il en est de même pour les liqueurs acidulées par l'acide chlorhydrique.

» Quand on a traité des poumons par tous ces réactifs, on obtient enfin une poudre très-divisée d'un noir noir, qui, desséchée à 120 degrés dans le vide, brûle sur une lame de platine sans flamme, et à la manière du charbon, laissant ordinairement une quantité considérable de cendres, composée de silice, provenant sans doute des vases de verre. Parfois on observe qu'en la chauffant, elle dégage des vapeurs acides et des traces d'huile empyreumatique.

» La potasse à 45 degrés est sans action sur elle; la potasse solide fondue la dissout en la brûlant, mais reste incolore, comme cela arrive pour le charbon. On peut la faire bouillir pendant très-longtemps dans l'acide sulfurique concentré sans qu'elle disparaisse, elle colore l'acide en noir; mais au bout de quelques jours la matière se dépose, et l'acide surnageant est presque aussi blanc que de l'acide pur.

» L'acide nitrique concentré ne la dissout que par une ébullition longtemps prolongée, et l'on peut reconnaître qu'il se forme un acide brun qui jouit des mêmes propriétés que celui que M. Berzelius a obtenu en traitant le charbon par ce corps.

» L'acide chlorhydrique concentré et bouillant ne lui fait subir aucune modification; elle ne le colore pas.

» Analysée, cette matière m'a donné les résultats les plus discordants. Le

carbone a varié de 70 à 89 pour 100 ; l'hydrogène de même varie, mais il est toujours très-faible vers 1, 1 $\frac{1}{2}$, et une seule fois il m'a donné 3,3 pour 100 ; j'ai trouvé environ 3 pour 100 d'azote dans nn seul dosage.

» Croyant que les agents que j'employais pour enlever les matières albumineuses, agents qui doivent toujours être choisis de manière à exclure la possibilité d'une formation de charbon, ne suffisaient pas, j'eus recours au chlore. La matière suspendue dans de l'eau chauffée au bain-marie fut traitée par un courant de chlore.

» Je fus surpris de constater dans ce cas la formation d'un acide brun, se rapprochant de l'acide ulmique. Je répétai l'expérience avec du noir de fumée lavé à la potasse et à l'ammoniaque, j'obtins le même corps brun.

» Je m'aperçus qu'il était difficile, pour ne pas dire impossible, d'enlever au noir de fumée les acides bruns qu'il contient, et je fis l'expérience avec de la braise calcinée, puis pulvérisée, et le même acide se reproduisit.

» C'est une étude à part à faire, je m'en occupe; qu'il me suffise de dire pour le moment que le charbon ne s'attaque que difficilement; d'abord l'eau qui tient le charbon en suspension est incolore, quand il s'est déposé ; elle paraît ensuite jaunir et se fonce de plus en plus jusqu'à présenter une coloration d'un brun rougeâtre.

» Ce passage de la matière minérale à l'état de matière organique me paraît être de la plus haute importance.

» L'analyse de la mélanose traitée par le chlore ne me donna pas de résultats satisfaisants. Cette matière qui, par ses réactions, ne se laissait caractériser que comme du charbon, ne me donnait à l'analyse que 80 pour 100 de carbone.

» Je voulus m'assurer si la matière noire qui se forme quand on fait digérer des matières albuminoïdes avec de l'acide chlorhydrique, m'offrirait des propriétés semblables, et supposant, du reste, que la mélanose pouvait provenir de la décomposition des matières qu'on expectore, M. Guillot mit à ma disposition une grande quantité de crachats recueillis dans une des salles de Bicêtre; je les mis en contact avec l'acide chlorhydrique. M. Caventou avait remarqué la formation d'une matière analogue à du charbon.

» Les crachats traités ainsi furent mis pendant trois mois en digestion, à une température de 30 degrés environ pendant le jour. Il s'y forma de la matière brune, de la matière noire; mais ses propriétés différaient essentiellement de la matière noire des mélanoses; elle se dissolvait très-aisément dans les mélanges acides qui n'attaquaient pas les mélanoses, ainsi que dans des liqueurs alcalines.

» Ce traitement répété sur de la fibrine me donna les mêmes résultats. Il est probable que je ne me suis pas placé dans les circonstances dans lesquelles M. Caventou a vu se produire une poudre noire, analogue à du charbon. Peut-être aussi, ce que M. Caventou a pris pour du charbon n'était-il qu'une modification de l'acide ulmique, qui prend parfois l'état insoluble. J'avais constaté cette propriété de l'acide ulmique; M. Wöhler vient de la constater sur l'acide humo-pinique.

» On pourrait donc supposer à la rigueur qu'une portion de la matière noire était composée d'acide ulmique rendu insoluble; mais en comparant les analyses, on voit de suite que le carbone et l'hydrogène qu'elles fournissent sont trop faibles de beaucoup pour admettre une supposition pareille.

» Je me demandai alors si une température de 120 degrés, que je crus ne pas devoir dépasser, suffisait pour priver le charbon, si divisé, de l'eau qu'il pouvait condenser, et pour avoir une donnée, je fis chauffer fortement dans un tube bouché et taré du charbon de buis pulvérisé et calciné. A 120 degrés il perdit toute son eau et revint au poids initial, à très-peu de chose près. Comme dans les traitements on fait toujours intervenir l'acide chlorhydrique, et que je finissais mes lavages par de l'eau acide, je répétai cette expérience en mouillant le charbon qui m'avait servi à l'expérience précédente, avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique concentré et pur.

» $3^{gr},773$ de charbon furent humectés et soumis pendant une demi-heure au bain d'huile à 140 degrés, puis portés sous la machine pneumatique; le poids s'élevait à $3^{gr},845$. On le chauffa de nouveau pendant quelque temps à 150 degrés, et on le remit au vide pendant une demi-heure; le poids s'élevait à $3^{gr},842$.

» On le fit chauffer à l'air pendant une demi-heure, de 150 à 210 degrés, en élevant graduellement la température; le poids ne s'élevait plus qu'à $3^{gr},817$.

» Il fallut fortement chauffer à la lampe à alcool pour enlever le restant de l'acide fixé sur le charbon, et alors le poids descendit à $3^{gr},785$.

» Comme j'étais obligé de finir les lavages à l'acide chlorhydrique, la matière préparée avec le plus grand soin, desséchée à 120 degrés dans le vide, jusqu'à ce qu'elle ne perdît plus de son poids, me donnait toujours une quantité notable de chlorure de cuivre dans le tube à combustion.

» Je reconnus que ce chlore s'y trouvait en partie à l'état de sel ammoniac; j'eus beau répéter les lavages, je ne pouvais m'en débarrasser; mais de plus, en supposant que l'hydrogène et le chlore que je trouvais à l'analyse pouvaient

provenir d'eau et de sel ammoniac, en déduisant le poids de ces corps je n'obtenais pas encore le carbone que la mélanose aurait dû donner à l'analyse si elle en était réellement composée.

» Je ne pouvais expliquer la présence du sel ammoniac dans ce cas, qu'en supposant que l'azote de l'air dissous dans l'eau de lavage en présence de l'acide chlorhydrique pouvait, par la décomposition de l'eau, donner lieu à la formation de ce corps; je fus d'autant plus porté à me l'expliquer ainsi, que j'avais souvent remarqué des petites bulles de gaz s'échapper du dépôt de matière noire dans de l'eau acidulée.

» Mais on sait que l'eau distillée contient des traces d'ammoniaque qui, passant à l'état de chlorhydrate, auraient pu se fixer sur le charbon, comme le fait une matière colorante, ou à la façon des sels solubles qui restent invariablement fixés, en très-petite proportion, sur des précipités, comme l'a démontré M. Mitscherlich dans son Mémoire sur les réactions chimiques produites par les corps qui n'interviennent que par leur contact.

» Voici une expérience qui prouvera combien il est difficile d'enlever du sel ammoniac fixé sur du charbon. On a pris 5 grammes de braise fortement calcinée et grossièrement pulvérisée, et on les a fait bouillir pendant quelques instants dans une dissolution de 2 grammes de sel ammoniac dans de l'eau distillée rendue acide par de l'acide chlorhydrique; le tout, jeté sur un filtre, a été lavé par de l'eau distillée, alternativement bouillante et froide; il n'en a pas fallu moins de 6 litres pour que le nitrate d'argent ne fût plus sensiblement louchi; quand toute trace de louche avait disparu, on a fait sécher le filtre au bain-marie. Introduit dans un tube et chauffé fortement, ce charbon a donné des traces de sel ammoniac facilement reconnaissable; l'eau qui s'en échappait donnait avec le nitrate d'argent un précipité considérable.

» A laquelle des deux opinions doit-on se tenir? je l'ignore; il faut des expériences plus précises que celles que j'ai pu faire, mais j'espère traiter cette question avec tous les développements qu'elle mérite, car elle se rattache à des questions importantes soit sous le rapport de la production des sels ammoniacaux à la surface de la terre, soit sous le rapport de la question des engrais et des nitrières, et de ces phénomènes de contact ou de fermentation qui entrent aujourd'hui pour une si large part dans la méditation des chimistes.

» J'ai examiné dans ce but quelques charbons du commerce, je n'ai pas retrouvé de chlorhydrate d'ammoniaque dans trois échantillons de charbon animal non lavé. J'en ai trouvé dans deux charbons lavés à l'acide chlorhydrique.

» Du charbon animal à l'acide lavé avec les plus grands soins par M. Lewy en contenait encore notablement.

» En cherchant à me rendre compte de la présence de l'hydrochlorate d'ammoniaque dans le charbon lavé, j'ai dû voir si le charbon non lavé contenait de l'ammoniaque, et, en effet, celui que j'ai examiné en contenait. En le chauffant fortement, il laissait dégager une eau ammoniacale. J'ai commencé par le laver à l'acide et à l'eau ordinaire; un dernier lavage a été exécuté avec de l'eau distillée, puis le tout, desséché, a été fortement calciné, ce qui exclut la présence de tout sel ammoniacal, sauf des traces de phosphate qui auraient, à la rigueur, pu résister à un feu soutenu d'un quart d'heure.

» Ce charbon, délayé dans de l'eau distillée sur du sulfate acide d'alumine acidulée par de l'acide chlorhydrique, mais aéré avec soin, a dégagé l'odeur d'hydrogène sulfuré; on l'a lavé par décantation avec 20 litres d'eau distillée acide; les lavages se faisaient dans un flacon bouché à l'émeri et suiffé; l'eau distillée était conservée dans des flacons bouchés de la même façon; on n'avait pas manié d'ammoniaque dans le laboratoire où la distillation s'opérait, et l'eau était mise dans des flacons au fur et à mesure qu'il en avait passé une quantité suffisante pour la verser.

» L'eau a été décantée, puis le charbon desséché. Il contenait notablement de sel ammoniac.

» J'étais porté à croire que le sel ammoniac se formait de toute pièce; je fis une autre expérience.

» Du charbon de bois fut mis dans un flacon avec de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique pendant vingt-quatre heures; je ne trouvai pas de trace de sel ammoniac formé.

» Je fis passer sur ce même charbon de buis un mélange de gaz hydrogène, d'azote, d'acide chlorhydrique, à froid, à chaud; je remplaçai l'azote par de l'air; je ne pus retrouver de sel ammoniac.

» Cette expérience a été tentée inutilement aussi par M. Kuhlmann avec de la mousse et du noir de platine.

» Je me demandai alors si l'hydrogène sulfuré, qui se dégage par l'action de l'acide chlorhydrique sur le charbon animal, décomposé par l'oxygène de l'air dissous dans l'eau ou condensé sur le charbon, ne fournirait pas l'hydrogène nécessaire à la formation de l'ammoniaque, hydrogène qui, à l'état naissant et en présence d'acide chlorhydrique, se porterait sur l'azote dissous.

» Je fis arriver, dans un flacon de Woolf contenant de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique et du charbon de buis, un courant d'acide sulfhydrique, lavé dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique et de l'air lavé de la même manière; en un jour il y avait eu une formation notable de sel ammoniac, fixé dans les pores du charbon, et qu'on en retira par sublimation.

» L'expérience fut répétée en chauffant le flacon qui contenait le charbon et l'eau acide; en deux heures il s'était fait une quantité notable de sel ammoniac.

» On voit, d'après ce que je viens de dire, la difficulté qu'on éprouve à débarrasser la matière de la mélanose de matières étrangères.

» Mais une autre propriété des mélanoses vient encore augmenter la difficulté. Quand on dissout les morceaux de poumons dans l'acide chlorhydrique, puis la potasse, ces dissolutions sont toujours colorées en brun; or, la mélanose agit comme le charbon animal, elle décolore les dissolutions colorées, neutres, acides et alcalines, d'hématine; la mélanose enlève à l'éther l'alizarine qu'il dissout; une dissolution d'alizarine dans la potasse est décolorée par la mélanose.

» On doit donc supposer que la mélanose, divisée comme elle l'est, condense les matières colorantes qui se produisent dans le traitement des poumons, et que les dissolvants ne les enlèvent qu'imparfaitement.

» On peut s'assurer directement que la matière noire de la mélanose, telle qu'on l'obtient après une dessiccation à 120 degrés, contient des matières organiques en dehors de l'eau acide et du sel ammoniac; en effet, j'ai fait passer 58 milligrammes de mélanose qui m'avait donné à l'analyse 85 pour 100 de carbone dans une cloche courbe, sur le mercure, dans du gaz azote; en le chauffant, il s'est produit de l'eau, du sel ammoniac et $2^{c.c.},5$ de gaz absorbable par la potasse.

» Par ce qui précède, on voit qu'en supposant que la mélanose fût du charbon pur, il serait, sinon impossible, au moins difficile de le prouver par l'analyse; j'ai rencontré une seule fois dans des poumons une matière noire en masse compacte, disposée par couches; elle était noire, à cassure brillante et métallique, très-dure, infusible, brûlant sur la lame de platine sans flamme, ne dégageant presque pas d'odeur quand on la chauffait.

» L'état de division extrême de la matière noire de la mélanose permet, jusqu'à un certain point, de concevoir la dureté que ce corps peut acquérir par un dépôt lent; quant à l'éclat métallique, nous avons de la mélanose divisée qui s'est déposée sur une capsule de porcelaine, et qui, sur la face tournée vers la capsule, présente l'aspect brillant du charbon qu'on obtient en dé-

composant de l'essence de térébenthine dans un tube de porcelaine chauffé au rouge.

» On aura une idée de l'extrême division de certaines mélanoses quand on saura que 100 milligrammes environ rendent opaque près de 2 litres d'eau, c'est-à-dire qu'une partie de mélanose colore fortement 2 millions de fois son poids d'eau environ.

» Cette matière, brûlée dans un courant d'oxygène, a fourni les résultats suivants :

» $0^{gr},1525$ de matière desséchée à 120 degrés ont laissé $0^{gr},006$ de cendres; d'où $0^{gr},1465$ de matière réelle ont donné :

$0^{gr},011$ d'eau,	d'où	$H =$	$0,83$;
$0\ ,519$ d'ac. carb.,	d'où	$C =$	$96,61$.

» Nous avons vainement recherché, depuis, cette matière dans d'autres poumons, aussi avons-nous cru un instant que c'était du charbon accidentel; l'examen microscopique de cette matière a levé tout doute à cet égard. MM. Brongniart fils et Decaisne, qui l'ont examiné avec attention, lui ont assigné un caractère particulier.

» La légère perte provient, sans aucun doute, soit d'une dessiccation imparfaite de la matière, soit d'un peu d'azote. L'hydrogène obtenu ne pouvait pas se trouver à l'état d'eau en entier; car on aurait alors 6,64 d'oxygène, tandis qu'il n'en faudrait que 2,66 pour 100 pour compléter le poids 100 de la matière. »

GÉOLOGIE. — *Sur le mouvement des glaciers.* (Extrait d'une Lettre de M. **Desor** à M. *Élie de Beaumont.*)

« Vous vous rappelez peut-être qu'en 1842, M. Agassiz introduisit deux thermomètres à minima, de Bunten, dans un trou de sonde, près de l'hôtel des Neufchâtelois, l'un à 5 mètres, l'autre à $2^{m},33$ de profondeur. L'année dernière nous ne pûmes songer à les retirer, à cause de la quantité de neige qui recouvrait le glacier en cet endroit. Cette année le même inconvénient existait, quoique à un moindre degré. Je fus obligé de déblayer une couche de neige de $1^{m},60$ d'épaisseur (dont la partie inférieure sur une épaisseur de 50 centimètres était transformée en glace opaque ou glace de névé) avant d'atteindre la surface du glacier. La corde à laquelle les instruments étaient suspendus n'indiquait qu'une ablation de 15 centimètres pendant ces deux années. Je trouvai le thermomètre complétement gelé et immobile au milieu de la masse de glace qui l'entourait. Il fut retiré parfaitement intact

de sa gaîne métallique, le flotteur indiquait — 2°,1 centigrades après la vérification du zéro et correction de l'indication. Ainsi donc, le glacier peut non-seulement descendre à une température sensiblement plus basse que zéro, mais, ce que vous aviez prévu et annoncé, savoir, l'existence d'un magasin de froid hivernal, se trouve confirmé par cette expérience. Le mauvais temps qui survint tout d'un coup m'empêcha de retirer le second instrument.

» Pour la troisième fois l'avancement annuel du glacier allait être mesuré au moyen du réseau de blocs dont l'emplacement fut déterminé trigonométriquement par M. Wild en 1842. M. Stengel, élève de M. d'Osterwald, fut chargé de ce travail cette année. Les résultats de ses mesures concordent d'une manière frappante avec ceux de l'année dernière, ainsi que vous le verrez par le tableau ci-joint, qui représente l'avancement des deux années.

NUMÉROS des blocs.	AVANCEMENT du 4 septembre 1842 au 15 août 1844.	AVANCEMENT du 15 août 1843 au 30 août 1844.	AVANCEMENT TOTAL des deux années.
	m	m	m
1	25,04	62,03	87,02
2	66,28	81,08	147,05
3	41,79	56,02	98,00
4	38,64	50,00	88,06
5	69,57	84,08	154,04
6	3,39	a disparu	»
7	1,61	n'a pas été mesuré	»
8	56,77	51,05	108,04
9	46,62	58,06	105,05
10	59,15	73,07	132,07
11	50,42	65,05	116,00
12	27,04	35,02	62,02
13	37,20	25,04	62,06
14	32,73	43,03	76,00
15	30,51	38,08	69,03
16	21,03	17,04	38,04
17	25,48	27,09	53,04
18	23,00	23,07	46,06

» Si l'on compare entre eux les blocs qui se trouvent sur la moraine médiane, par conséquent au maximum de l'avancement sur une coupe donnée, savoir, les numéros 1, 2, 5, 8, 10, 11, 13, 15, 17, 18, on trouvera que leur vitesse va en diminuant, à partir du numéro 5, qui est au maximum d'accélération, si bien que la vitesse du numéro 18, près de l'extrémité, est à celle du numéro 5, à peu près comme 1 à 3 ($\frac{23}{77}$). Ainsi se trouve confirmée cette loi que M. Agassiz avait déduite de ses premières observations, savoir, que les glaciers (le glacier de l'Aar du moins) ne cheminent pas d'une manière uniforme dans toute leur étendue, et que, loin d'augmenter de vitesse de haut en bas, ils s'avancent au contraire dans une progression décroissante, à partir d'une région plus ou moins rapprochée du névé. Ces rapports de vitesse des différentes stations sont encore confirmés par une troisième série de mesures qui fut exécutée en 1843 par M. Wild, en vue de connaître l'avancement de ces mêmes points pendant l'espace de cinquante-sept jours, du 19 juin 1843 au 15 août de la même année. Cette diminution de vitesse d'amont en aval est en liaison intime avec la forme des moraines médianes, qui s'élargissent dans la même proportion que le mouvement se ralentit, ce qui permet jusqu'à un certain point de juger de la vitesse relative des différentes parties d'un glacier, d'après la disposition de ces mêmes moraines.

» M. Agassiz avait fait précédemment (1842) une série d'observations sur l'avancement journalier du glacier de l'Aar, près de l'hôtel des Neufchâtelois; mais comme le pieu qui servait de signal n'était pas au milieu du glacier, il ne pouvait indiquer que le mouvement de cette partie et non pas le maximum du mouvement journalier, qui, comme l'on sait, se trouve au milieu du glacier. Je plantai cette année ma perche au milieu de la moraine médiane, je l'alignai avec deux points fixes des rives, et, au moyen d'une lunette solidement fixée sur le rocher, j'observais tous les jours l'avancement. Le point que je choisis est à 4 kilomètres de l'extrémité du glacier, au-dessous du Pavillon, en un endroit où le mouvement annuel est de 60 mètres, d'après les indications du réseau de blocs. Les observations ont été faites pendant vingt-cinq jours, ordinairement trois fois par jour, le matin, à midi et le soir. La moyenne de l'avancement journalier de la perche a été pendant ce temps de $0^m,203$. Mais l'avancement était loin d'être uniforme, il variait considérablement suivant les conditions atmosphériques. Vers la mi-août, le temps fut froid et brumeux, il neigeait à peu près tous les jours; aussi l'avancement n'a-t-il été, pendant les neuf premiers jours de notre séjour, du 12 au 21 août, que de $1^m,40$, soit $0^m,155$ par jour, tandis que pendant les seize jours suivants, qui furent, à quelques exceptions près,

chauds et sereins, l'avancement a été de $3^{m},69$, soit $0^{m},230$ par jour, chiffre proportionnellement bien supérieur au maximum d'avancement annuel de cette station.

» Je construisis à la même hauteur, au pied du Pavillon, un autre appareil destiné à mesurer journellement le mouvement du bord du glacier. L'expérience m'avait appris que les pieux isolés n'offrent pas un degré de précision suffisant pour des observations journalières. J'enfonçai, en conséquence, trois piquets dans la glace, à une profondeur de 2 mètres, et les alignai à une distance de 5 mètres du rivage. Je les réunis ensuite au moyen d'une poutre traversière, sur laquelle était fixé un indicateur qui correspondait à une mesure métrique sur le rocher. J'avais ainsi un appareil solide au moyen duquel je pouvais observer, à 1 millimètre près, le mouvement du glacier d'heure en heure, sans avoir à m'inquiéter du brouillard ni de la pluie. Aucune erreur n'était possible de la part de l'observateur, qui n'avait qu'à inscrire à chaque observation le chiffre auquel l'aiguille correspondait. Pendant huit jours (du 27 août à midi au 4 septembre à midi), l'avancement total a été de $0^{m},120$, soit 15 millimètres par jour. Du 4 septembre au 4 novembre, l'avancement total a été de 50 centimètres, par conséquent bien plus lent encore (environ 8 millimètres par jour). Il résulte de là que l'avancement journalier du bord pendant l'été est à celui de la moraine médiane, comme 1 à 14, résultat qui concorde admirablement avec celui des mesures annuelles des deux lignes transversales de pieux qui furent organisées en 1842 par les soins de M. Agassiz, et d'après lesquelles le mouvement des différentes parties du glacier sur une ligne transversale peut s'exprimer par une courbe ou un arc dont le sommet est à la moraine médiane. Un fait particulier qui n'avait pas encore été signalé, c'est que près des bords, le mouvement est à peu près aussi accéléré dans la direction transversale, c'est-à-dire contre le rivage, que d'amont en aval, ce qui m'obligeait à raccourcir de temps en temps l'indicateur, pour l'empêcher de toucher au rocher.

» Comme la plupart des glaciers, et dans le nombre celui de l'Aar, étaient en progression cette année, par suite de la grande accumulation des neiges et du peu de fonte de l'été de 1843, je fus curieux de connaître la quantité dont l'extrémité se portait en avant dans un temps donné. J'employai à cette fin un appareil des plus simples; je pris un bâton que je posai sur quelques pierres libres, en l'appliquant par l'une de ses extrémités contre la face verticale d'une grande pierre de la moraine; de cette manière, le moindre avancement de la moraine poussait le bâton en avant, dont l'extrémité opposée débordait d'autant les pierres libres sur lesquelles il repo-

sait. Or, comme le bâton était gradué, il suffisait de compter les millimètres en avant de la première pierre libre, pour savoir au juste de combien le glacier s'était avancé. Ce mouvement de translation est excessivement faible. Du 18 août au 4 septembre, l'avancement total a été de $0^m,155$, ce qui fait environ 9 millimètres par jour. Du 4 septembre au 4 novembre, le mouvement s'est encore ralenti; il n'a été que de $0^m,295$, c'est-à-dire d'environ 5 millimètres par jour. Je l'ai toujours trouvé très-uniforme, ne présentant que des différences de 2 ou 3 millimètres par jour; d'où je conclus qu'à son extrémité, comme dans son cours supérieur, le glacier n'avance pas d'une manière brusque, par saccades, comme on le supposait jadis, mais que sa marche est graduelle et continue.

» Mais ce à quoi je m'appliquai surtout, ce fut d'observer le mouvement des glaciers latéraux suspendus aux flancs des montagnes (glaciers de second ordre de Saussure) sur lesquels on ne possédait aucun renseignement. J'organisai à cette fin des stations sur plusieurs des glaciers latéraux qui débouchent dans le grand glacier de l'Aar, et comme leur largeur n'est pas telle qu'on ne puisse distinguer un bâton d'une rive à l'autre, il suffisait de planter des pieux dans le glacier et de les aligner avec des points fixes du rivage. Je choisis d'abord le glacier de Grünsberg, le plus incliné de tous; un premier pieu fut planté au milieu du glacier, à une distance de 120 mètres du confluent, en un endroit où la pente de la surface est de 32 degrés; un second pieu fut aligné de la même manière, 150 mètres plus haut, en un endroit où la pente est de 30 degrés. Les deux pieux ont cheminé avec des vitesses très-différentes. La moyenne des observations donne pour le pieu supérieur $1^m,73$ en vingt-quatre jours (du 12 août au 4 septembre), c'est-à-dire $0^m,072$ par jour, tandis que le pieu inférieur n'a cheminé dans le même laps de temps que de $0^m,49$ ou de 20 millimètres par jour. Du 4 septembre au 4 novembre, l'avancement s'est considérablement ralenti, mais en se maintenant à peu près dans les mêmes proportions; le pieu supérieur a avancé de $1^m,07$; le pieu inférieur de $0^m,55$.

» J'ai répété les mêmes expériences au glacier du Silberberg, qui est à côté et en amont du précédent; seulement, comme il est plus large et présente des différences notables d'inclinaison sur une même section transversale, j'ai cru utile d'aligner plusieurs pieux dans une section. La première ou l'inférieure, composée de deux pieux, était à environ 50 mètres du confluent; la seconde ou la supérieure, composée de trois pieux, 80 mètres plus haut. Dans la première, l'inclinaison de la surface du glacier était, au pieu de gauche, de 24 degrés; au pieu de droite, de 32 degrés; dans la se-

conde section, elle était de 30 degrés au pieu de gauche, de 33 degrés au pieu du milieu et de 42 degrés au pieu de droite. Les résultats ont été analogues à ceux que m'avaient offert les stations du glacier de Grünsberg, en ce sens que la ligne supérieure a aussi marché plus vite que la ligne inférieure, quoique dans une proportion moins considérable. Le pieu du milieu de la section supérieure, le plus accéléré de tous, a avancé pendant vingt-deux jours (du 14 août au 4 septembre) de $0^m,93$ ou $0^m,042$ par jour, et du 4 septembre au 4 novembre, de $1^m,47$ ou de $0^m,24$ par jour. Les pieux de la ligne inférieure ont parcouru, dans les mêmes espaces de temps, la première fois $0^m,038$, et la seconde fois $0^m,016$ par jour. La différence de vitesse entre les deux sections est par conséquent moindre qu'au glacier de Grünsberg, ce qui s'explique en partie par la distance moins considérable qui les séparait, distance qui était, au glacier de Grünsberg, de 150 mètres, au glacier de Silberberg, seulement de 80 mètres.

» Si nous comparons ces chiffres avec ceux de l'avancement de la moraine médiane du grand glacier, nous verrons que, malgré leur forte pente, les glaciers latéraux marchent beaucoup plus lentement, dans le rapport de 1 à 3, puisque le pieu qui a cheminé le plus vite, celui de la station supérieure des glaciers de Grünsberg, n'a franchi en vingt-quatre jours qu'un espace de $1^m,73$, tandis que le grand glacier a parcouru, dans le même laps de temps, un espace de $5^m,09$.

» Une autre conséquence qui découle de ces observations et qui est pleinement confirmée par les observations faites au grand glacier, c'est que le mouvement s'est ralenti de moitié depuis le mois de septembre, d'où je conclus, avec M. Agassiz, que les glaciers sont au maximum de leur accélération en été, et que leur mouvement est très-faible en hiver, si toutefois ils ne sont pas stationnaires.

» Mais le fait que ces glaciers latéraux à forte pente cheminent beaucoup plus lentement que le glacier principal dont la pente est très-faible (4 à 6 degrés) ne s'explique-t-il pas par la position particulière des deux glaciers en question? Et comme ils atteignent l'un et l'autre le grand glacier, ne doit-on pas admettre que celui-ci les retarde, en faisant barrage devant leur extrémité, de même qu'une grande rivière retarde plus ou moins le cours de ses affluents? Prévoyant cette objection, j'ai eu soin de répéter l'expérience sur deux glaciers latéraux de la rive gauche, qui n'atteignent pas le grand glacier : ce sont le *glacier antérieur de Trift*, qui aboutit à peu près au-dessus du Pavillon, à une hauteur absolue de 2600 mètres (700 mètres au-dessus du glacier), et le *glacier postérieur de Trift*, qui aboutit en face de

l'hôtel des Neufchâtelois, à 3000 mètres de hauteur (500 mètres au-dessus du glacier). J'alignai trois pieux sur le glacier antérieur, à une distance de 20 mètres de l'extrémité, en un endroit où le glacier est entièrement libre sur les côtés, et où la pente, après avoir été assez douce, devient tout à coup très-roide (28 degrés en moyenne). Le peu d'élévation des rives m'empêcha de faire une seconde section plus haut. Or, pendant vingt-deux jours (du 14 août au 4 septembre), le maximum de l'avancement (au pieu de gauche) a été de $1^{m},11$, soit 55 millimètres par jour, par conséquent moindre qu'au glacier de Grünsberg, et cependant aucun obstacle ne s'opposait à sa progression.

» Au glacier postérieur de Trift, je pus établir deux stations: la première d'un seul pieu, près de l'issue du glacier, en un endroit où la pente est, en moyenne, de 25 degrés; la seconde de deux pieux, à quelques cent mètres plus haut, près de l'origine du glacier, en un endroit où la pente moyenne est de 15 degrés. Or, en treize jours, du 23 août au 4 septembre, l'avancement de la station inférieure a été de $0^{m},72$ ou 55 millimètres par jour. Le plus accéléré des deux pieux de la ligne supérieure a parcouru, dans le même temps, $0^{m},61$, soit 47 millimètres par jour.

» Il me paraît évident d'après cela que, dans certains cas, le grand glacier peut réellement faire obstacle à la marche des glaciers latéraux, et c'est pour cela que nous voyons les glaciers de Grünsberg et de Silberberg ralentir leur marche à l'approche du confluent, tandis que le glacier postérieur de Trift, qui ne rencontre pas d'obstacle pareil dans son cours, va, au contraire, en augmentant de vitesse. Mais il en n'est pas moins évident que la différence de vitesse entre le grand glacier et les glaciers latéraux, différence qui est toute à l'avantage du premier, a sa cause essentielle ailleurs que dans cet obstacle, puisque les deux glaciers de Trift, qui ne sont en aucune façon gênés dans leur cours, n'en marchent pas plus vite pour cela.

» Il m'importait de savoir si les masses de névé qui remplissent les entailles du rivage, et que M. de Charpentier désigne sous le nom de *bas-névés*, étaient aussi dénuées de mouvement. Ces masses sont de neige ou de névé à leur surface, mais leur intérieur est de glace, de cette glace terne et bulleuse que j'ai désignée sous le nom de *glace de névé*. Il y a, sur les flancs de Escherhorn, un couloir rempli de ce névé, qui s'élève presque jusqu'au sommet du pic, en se rétrécissant de bas en haut; j'y établis plusieurs stations: la première ou la supérieure, à l'origine du premier élargissement, environ 300 mètres, au-dessus du confluent, en un endroit où la pente est de 43 degrés; la seconde, composée de deux pieux, à l'origine du second élargissement, 150 mètres plus bas, en un endroit où la pente est de 40 degrés, et une troi-

sième, composée d'un pieu à l'origine du troisième élargissement, par une inclinaison de 29 degrés. L'avancement a été en seize jours (du 19 août au 4 septembre),

A la station supérieure, par une inclinaison de 43 deg., de $0^m,11$, ou par jour, de 7 millim.
A la station moyenne. . . . . 40 deg., de $0^m,28$, 17 millimètres par jour.
A la station inférieure. . . . . 29 deg., de $0^m,58$, 36 millimètres par jour.

» Il y a donc eu ici accélération notable de haut en bas, puisque la station inférieure a marché cinq fois plus vite que la station supérieure, et cependant la pente est de plus d'un quart moins considérable; mais, en revanche, la masse est beaucoup plus large, et, d'après le relief des bords, beaucoup plus profonde. Tout concourt donc à nous prouver que la pente ne joue qu'un faible rôle dans le mouvement des glaciers, tandis que la masse influe d'une manière beaucoup plus directe sur sa vitesse. C'est aussi uniquement de cette manière qu'on peut se rendre compte de la différence de vitesse entre le grand glacier et les glaciers latéraux. La vitesse acquise ne saurait être d'un bien grand poids (au glacier de l'Aar, du moins), puisque le grand glacier va en se ralentissant, d'amont en aval.

» Reste à expliquer la contradiction apparente qui existe entre les glaciers latéraux qui vont en augmentant de vitesse de haut en bas, lorsqu'ils ne sont pas gênés dans leur cours (témoin le glacier de Trift postérieur), et le grand glacier qui va, au contraire, en se ralentissant. Or, il faut remarquer que le ralentissement n'est point inhérent au glacier dans toute sa longueur, il ne commence qu'à une certaine région (au n° 5 au-dessous de l'hôtel des Neufchâtelois au glacier de l'Aar); tout ce qui est en amont de ce point suit la règle commune, c'est-à-dire va aussi en augmentant de vitesse de haut en bas. J'envisage par conséquent le ralentissement graduel de la portion terminale et moyenne comme un phénomène propre aux grands glaciers, et je suis porté à croire qu'il est en liaison intime avec la structure de la glace, qui devient toujours plus compacte vers l'extrémité, ainsi que l'ont démontré les recherches que M. Dollfuss a faites cette année sur la densité de la glace. Par cette raison, et à cause de la forme des moraines médianes que j'ai retrouvée la même sur plusieurs glaciers, je ne pense pas que le ralentissement des régions terminale et moyenne soit un phénomène exclusivement propre au glacier de l'Aar; c'est la règle et non l'exception.

» J'ai acquis la certitude que la clarté des nuits, qui est souvent si frappante au glacier même, au milieu du brouillard, est due à une phosphorescence particulière du glacier. C'est une lumière propre qui ne devient sen-

sible qu'autant que les autres sources de lumière, la lune et les étoiles, ne sont pas visibles. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'installation d'un maréographe à Toulon, et sur les marées d'Akaroa* (*Nouvelle-Zélande*); Lettre de M. Chazallon à M. *Arago*.

« Vous avez si puissamment contribué à l'étude intéressante du phénomène des marées, que je crois remplir un devoir en prenant la liberté de vous adresser les remarques que j'ai faites lors de l'installation récente d'un *maréographe* dans le port de Toulon.

» Cet instrument, exécuté par M. Wagner neveu, est analogue à celui que j'ai établi, en 1843, à Alger; il donne la grandeur réelle du flux et reflux, et les hauteurs successives du niveau de la mer sont indiquées, d'une manière continue, par les ordonnées d'une courbe dont les abscisses représentent le temps, à raison de $\frac{1}{2}$ millimètre pour une minute.

» J'ai trouvé un bienveillant concours près de l'amiral Baudin, qui a donné des ordres pour que l'état du vent et de la mer fût noté de deux heures en deux heures à bord du stationnaire.

» L'assistance de M. l'ingénieur en chef Noël et celle, surtout, de M. l'ingénieur Lambert, m'ont été fort utiles. Cet ingénieur a fait tracer sur une plaque de bronze, scellée dans le puits de marée, une ligne de repère qui pourra servir dans l'avenir à relier les observations des marées et à constater la variation ou la permanence du niveau d'équilibre.

» J'ai pu suivre pendant quatre à cinq jours la marche du maréographe; le vent s'étant élevé vers la fin du deuxième jour, j'ai eu occasion de reconnaître l'existence d'une ondulation assez curieuse qui n'avait pas encore été signalée.

» Tous ceux qui ont séjourné quelque temps sur nos côtes, ou à bord d'un navire, ont pu remarquer, dès que le vent souffle, qu'il se forme à la surface de la mer une série d'ondes, lames ou vagues, qui viennent successivement se briser contre le rivage. Ces ondes, plus ou moins considérables selon l'intensité du vent, ont ordinairement une amplitude de 30 à 120 centimètres, et une longueur de 15 à 25 mètres (1). Eh bien, outre ces petites ondes bien

(1) En 1840, j'ai suivi, avec une montre à secondes, pendant plus d'une heure, le mouvement périodique de ces lames, et j'ai trouvé 18 secondes pour la durée de leur période sur la plage de Saint-Malo. L'écart en plus ou en moins n'a jamais excédé une seconde. Il est probable

visibles à l'œil, et qui semblent courir les unes après les autres, il existe, à Toulon, une autre onde dont la longueur doit être considérable (probablement de 2 à 3000 mètres), et dont la période, assez régulière, est d'environ 15 minutes, tandis que l'amplitude varie de 5 à 10 centimètres.

» Une onde analogue se développe également à Alger, ainsi que j'ai pu le constater au moyen des courbes qui m'ont été envoyées par M. Poirel, ingénieur en chef des travaux du port, et près duquel j'avais trouvé un précieux concours pour l'établissement du maréographe; seulement la période est plus longue que celle de Toulon, et sa durée est de 20 à 26 minutes. Lorsque j'aurai réuni les courbes tracées simultanément à Alger et à Toulon, il pourra en résulter des rapprochements intéressants. Je reviendrai plus tard sur les marées d'Alger et de Toulon; pour le moment je me bornerai à dire que la marée diurne dont j'avais déjà signalé l'existence à Toulon, se montre d'une manière tout aussi manifeste dans les marées d'Alger.

» Je vais actuellement, monsieur, vous présenter le résumé de la discussion des marées observées à nos antipodes, c'est-à-dire à Akaroa, dans l'anse Paka-Ariki (presqu'île de Banks, Nouvelle-Zélande). Ces observations, conformément à mes désirs, ont été faites de quart d'heure en quart d'heure, et suivies nuit et jour; elles embrassent une lunaison du mois de septembre 1843 et une lunaison du mois de janvier 1844. Elles m'ont été envoyées par un officier dont l'Académie apprécie le savoir, connaît le zèle pour la science, et dont le nom est une garantie d'exactitude, M. le commandant Bérard. Ce sont les premières observations qui permettent d'étudier d'une manière un peu complète les lois du mouvement de la mer dans ces parages; aussi n'ai-je pas hésité, malgré la longueur des calculs, à les discuter jour par jour.

» Le tracé graphique des observations donne des courbes assez irrégu-

---

que la durée de cette période varie dans le même lieu par différents vents et par différents états de la mer; c'est une étude qui pourrait aisément être faite, même avec une montre ordinaire, par une personne habitant les bords de la mer. J'ai fait de semblables observations à Alger, et j'ai trouvé seulement $9\frac{1}{2}$ secondes pour la période. En 1844, M. Keller, ingénieur hydrographe, a trouvé, le long de la jetée de Cherbourg, de 7 à 10 secondes pour cette période, et de 20 à 35 mètres pour la distance des sommets de deux lames consécutives. La forme et la période de ces petites ondes pourraient être étudiées avec le maréographe, en ouvrant une large communication du puits avec la mer, et accélérant considérablement le mouvement de l'horloge, de manière qu'une seconde de temps fût représentée sur la feuille de papier par 9 ou 10 millimètres; mais, pour l'étude des marées, j'ai tâché, autant que possible, d'anéantir l'effet de ces petites ondes, en donnant à l'orifice de communication du puits avec la mer une section moindre que $\frac{1}{200}$ de la section horizontale du puits.

lières, et cette irrégularité semble tenir à des ondes analogues à celles dont nous venons de signaler l'existence dans la Méditerranée; seulement la période serait d'environ une heure; les observations étant discontinues, on n'a que des fragments de ces ondulations, et il est difficile de suivre leurs diverses phases. Quoi qu'il en soit, ces irrégularités disparaissent sensiblement en faisant intervenir dans les calculs presque toutes les observations de la journée. Pour les discuter, j'ai employé la méthode qui m'a servi à obtenir (dans le Mémoire présenté à l'Académie, en mars 1842) la loi du mouvement d'ascension et de descension de la mer dans les principaux ports, au nombre de 21, compris entre l'embouchure de l'Adour et l'entrée de l'Elbe. Cette méthode consiste à diviser l'intervalle de temps compris entre deux pleines mers ou deux basses mers consécutives, du matin ou du soir, en 64 parties égales et à prendre sur les courbes les hauteurs de la mer correspondantes. On a ainsi soixante-quatre équations de condition pour déterminer le niveau d'équilibre et les diverses ondulations dont l'ensemble constitue la marée; en traitant ces équations par la méthode des moindres carrés, on arrive à des équations fort simples qui servent à la détermination des marées diurne, semi-diurne, tiers-diurne, quart-diurne, etc.

» Au lieu d'employer simultanément ces soixante-quatre équations, je préfère cependant les diviser en deux groupes de trente-deux équations chaque, que je traite séparément, et dont les résultats se contrôlent mutuellement.

» La marée *semi-diurne*, c'est-à-dire celle dont le maximum se manifeste de douze en douze heures lunaires, existe presque seule à Akaroa; les autres ondulations sont à peu près nulles. Après avoir déterminé avec soin la grandeur de la marée *semi-diurne* pour chaque jour, je me suis attaché à la recherche d'un élément important et sur lequel on n'a encore qu'un très-petit nombre de données certaines; je veux parler du retard des marées, c'est-à-dire de l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'action développée par les astres, à midi par exemple, et l'instant où cette action se manifeste. Cette recherche était d'autant plus intéressante qu'il semblerait, d'après les travaux de MM. Lubbock et Whewell, que les marées sont engendrées dans le vaste océan du Sud, à l'instant même du passage des astres au méridien, puis se propagent de cette mer vers les divers points du globe. Eh bien, les observations de la Nouvelle-Zélande ne confirment point cette manière de voir; *là, comme dans la Manche, le retard est d'environ quarante heures.*

» De prime abord, avant d'entrer dans les détails du phénomène, je me serais attendu à de tout autres résultats, car le maximum de la marée, vers

l'époque des syzygies, et le minimum vers les quadratures, quelquefois précède et quelquefois suit l'instant de ces phases; en outre, contrairement à ce qui s'observe sur nos côtes, la marée des quadratures est assez souvent plus considérable que la marée des syzygies : ainsi, à la quadrature du 1er octobre, la marée était de $1^m,756$; tandis qu'à la syzygie suivante (8 octobre), elle était seulement de $1^m,558$; à la syzygie du 6 janvier, la marée était de $1^m,639$; à la quadrature suivante, on avait $1^m,744$.

» Ces diverses particularités résultent de la petitesse de la marée solaire comparativement à la marée lunaire; effectivement la lunaison de septembre donne :

Unité lunaire.... $0^m,924$,
Unité solaire..... $0^m,030$.

Le rapport de ces marées, au lieu d'être à peu près 3, comme à Brest, est donc plus que 30. Le peu d'influence du soleil est en outre rendu manifeste par les heures des pleines mers de la marée semi-diurne, car, en ajoutant la constante $40^h 51^m$ à l'heure du passage de la lune au méridien d'Akaroa, l'erreur maxima, sur l'instant de la pleine mer, ne dépasse pas ± 10 minutes, tandis qu'à Brest, en opérant d'une manière analogue, l'erreur s'élèverait à ± 52 minutes.

» Si de nouvelles observations confirmaient les résultats précédents; si l'effet solaire était réellement très-petit à l'époque des équinoxes, il en résulterait la conséquence remarquable, que cet effet s'accroît avec la déclinaison. Voici effectivement ce que l'on déduit des observations solsticiales de janvier :

Unité lunaire.... $0^m,918$,
Unité solaire..... $0^m,130$.

Le rapport est à peu près 7, et l'effet solaire est devenu quadruple de ce qu'il était en septembre. Cet accroissement d'effet se manifeste encore sur les heures; car, en ajoutant la constante $40^h 51^m$ aux passages méridiens de la lune, l'erreur, sur l'instant de la pleine mer, s'élève à ± 21 minutes.

» L'*unité lunaire*, déduite des observations de janvier, présente un accord très-satisfaisant avec la valeur donnée par les observations de septembre; nous adopterons $0^m,920$ pour cette unité. Quant à ce que l'on nomme *unité de hauteur*, on voit, par ce qui précède, que sa valeur sera un peu différente, selon la lunaison que l'on fera servir à sa détermination : on trouverait pour sa valeur moyenne $0^m,960$.

» Un autre fait important résulte des observations : lorsque le soleil et la lune passent simultanément au méridien, les *effets solaires* et *lunaires* pro-

duits par chacun de ces astres ne se manifestent pas à Akaroa, après le même laps de temps; si la lune fait sentir son action après $40^h 51^m$, le soleil y fera sentir la sienne après $39^h 1^m$; en d'autres termes, le maximum de l'onde solaire a lieu $1^h 50^m$ plus tôt que celui de l'onde lunaire.

» En omettant cette considération dans les calculs, les résultats qu'on en déduit s'accordent moins bien avec les observations; les données de septembre, malgré la petitesse de la marée solaire, confirment le même fait.

» Ainsi, à mesure que nos connaissances sur les marées se développent, le phénomène semble devenir de plus en plus complexe; mais en même temps certains faits, inexplicables d'abord et qui semblaient isolés, se groupent et s'enchaînent mieux avec d'autres. Il serait possible, par exemple, qu'une circonstance analogue à celle des marées d'Akaroa subsistât également dans les marées de Brest, ce qui pourrait permettre d'obtenir le rapport 2,353 (qui sert à la détermination de celui des masses du soleil et de la lune) sans employer les considérations de l'illustre Laplace, au sujet desquelles un savant anglais, M. Lubbock, s'exprime ainsi :

« Laplace makes $\frac{1}{(A)} = 2,353$ from the Brest tide observations, but the
» considerations through wich he arrived at this value do not seem free
» from obscurity. »

» Permettez-moi, monsieur, de terminer en disant deux mots au sujet d'une communication insérée, page 562, t. XIX, des *Comptes rendus*. M. Airy propose, pour une nouvelle marée, la dénomination de *quarto-diurne*. C'est une marée dont j'ai signalé l'existence depuis longtemps et que j'ai déjà dénommée *quart-diurne*. Voici, en effet, comment je m'exprimais à ce sujet, en 1841 (*Annuaire des Marées* pour 1842, pages 8 et 9) :

« ... J'espère pouvoir publier bientôt le résultat de mes recherches sur
» les lois d'ascension et de descension de la mer, dans nos divers ports. . . .
» Cette étude, dont je m'occupe depuis 1837 et qui a exigé beaucoup de
» temps, m'a révélé l'existence d'une nouvelle marée fort importante, très-
» curieuse et qui était restée inaperçue jusqu'ici, bien qu'elle soit assez con-
» sidérable; je veux parler d'une marée qu'on peut dénommer *quart-diurne*. »

» Cette Note devait paraître en 1840, mais la publication de l'*Annuaire des Marées* fut interrompue cette année-là. Je pourrais rappeler d'autres faits et montrer que, dès 1839, je connaissais l'existence de nouvelles ondes dans les marées. J'avais fait part du résultat de mes recherches à presque tous mes collègues du Dépôt hydrographique; mais insister là-dessus me paraît inutile, car loin de moi la pensée que M. Airy aurait pu avoir communication

de mes travaux. La seule chose que j'ai voulu établir, c'est que mes recherches m'étaient tout à fait personnelles et étaient complétement indépendantes de celles du savant anglais.

» Quant au fait, assurément fort remarquable, rapporté par M. Airy (l'anéantissement de la marée lunaire), il n'est pas sans précédent, et il paraît bien constaté que le même phénomène se manifeste à Taïti. »

PHYSIQUE. — *Sur l'aptitude que l'œil possède de s'adapter à la vision des objets situés à des distances très-différentes.* (Extrait d'une Lettre de M. **Forbes** à M. *Arago*.)

« Je me rappelle que dans votre Éloge de Young vous avez fait une savante critique des différentes théories de l'adaptation de l'œil à des distances variables. Pour chacune de ces théories il y a tant de faits contradictoires ou suspects, qu'il est peut-être permis, sans excès de présomption, d'en ajouter une nouvelle.

» J'ai eu cette idée depuis trois ans à peu près, mais j'en ai donné seulement depuis quelques semaines une notice verbale, très-courte, à la réunion scientifique de Yorck, à propos d'une discussion qui s'est élevée sur cette matière.

» Avant tout, il paraît naturel de croire que c'est dans le cristallin qu'il faut chercher la cause principale du changement de foyer. Or, cette lentille n'a pas (comme tout le monde sait) des surfaces exactement sphériques; de plus, sa composition est hétérogène, la partie centrale étant plus dense. L'une ou l'autre de ces conditions serait suffisante pour détruire complétement l'aberration de sphéricité. Si la forme complexe des surfaces remplit ce but, l'inégale densité est superflue ou nuisible.

» Ne peut-il donc pas arriver que cette agrégation de matière dense dans le centre ou noyau de la lentille, se rattache aux changements de forme qu'elle doit subir?

» Il m'a paru très-vraisemblable qu'une lentille à noyau ferme et avec des bords gélatineux, assujettie à une pression uniforme ou hydrostatique tout autour, céderait davantage par les bords et prendrait une forme plus globulaire et arrondie, par conséquent à plus court foyer; en d'autres termes, que l'axe de la lentille se raccourcirait moins que les diamètres situés dans le plan perpendiculaire. J'ai essayé de vérifier ce fait en soumettant le cristallin d'un bœuf à une forte compression hydrostatique; mais l'extrême difficulté de reconnaître de faibles changements de longueur focale et de

suspendre la lentille d'une manière stable, mais libre, a laissé l'expérience sans résultat positif.

» Si nous admettons cependant, comme probable un tel effet de compression, il est facile de voir comment cette pression est produite. Tout le monde s'aperçoit de l'existence d'une force musculaire très-prononcée lorsque nous portons brusquement les regards, d'un objet très-éloigné sur un objet très-près. Je n'ai pas le moindre doute que le globe de l'œil est serré, dans cette circonstance, par tous les muscles qui contribuent à produire son mouvement rotatoire ordinaire. La pression est communiquée à tout l'ensemble de cette masse fluide ou demi-fluide comprise dans l'enveloppe tenace et résistante de la sclérotique et de la cornée; et le cristallin, librement suspendu et pour ainsi dire embrassé par l'humeur aqueuse d'un côté, et l'humeur vitrée de l'autre, est comprimé en tout sens par la force transmise; et, comme nous l'avons dit plus haut, il devient plus rond et plus réfringent.

» Il est clair que cette explication est indépendante de toute fonction musculaire d'une partie quelconque de l'appareil de vision. La structure musculaire du cristallin était la partie faible de la théorie de Young; les meilleurs anatomistes ne l'admettaieut point. »

ASTRONOMIE. — *Éléments elliptiques de la comète découverte à Rome;* Note de M. Faye.

« Les éléments n° II ont été comparés avec soin à quarante positions de la comète observée à l'Observatoire de Paris, soit aux instruments méridiens, soit à l'équatorial de M. Gambey. Les erreurs de ces éléments ont pu être ainsi déterminées avec exactitude pour toute la durée de l'apparition de la comète; elles ont suivi une marche ascendante, il est vrai, mais peu rapide, puisque les dernières observations sont représentées à une minute près.

» Pour corriger ces erreurs, j'ai déduit de la comparaison des éléments n° II, avec l'observation des positions normales de la comète pour huit époques différentes; ces éléments étant déjà fort approchés de la vérité, on peut admettre que leurs erreurs croissent comme les temps dans l'intervalle d'un petit nombre de jours, supposition qui, en fait, s'est complétement vérifiée; par conséquent, j'ai pu prendre la moyenne des erreurs données par plusieurs jours d'observation pour l'erreur absolue du jour intermédiaire, et éliminer ainsi, par voie de compensation, les fautes accidentelles de nos observations.

» De ces huit positions normales, trois seulement ont été employées dans

les calculs définitifs, mais les autres ont été comparées à l'orbite qui en est résultée, afin qu'on puisse immédiatement apprécier le degré de confiance qu'elle mérite.

» Voici les éléments définitifs et le tableau des erreurs dont ils sont encore affectés.

Temps du passage au périhélie, 1844, septembre. . .	2,483952	
Longitude du périhélie.	342°31′15″,2	équinoxe moyen du
Longitude du nœud ascendant..	63°49′30″,6	1er janvier 1845.
Inclinaison.	2°54′45″,0	
Excentricité..	0,61725587	
Demi-grand axe.	3,0994629	
Temps de la révolution.	5ans 5mois ½ ou 1993 jours	

Erreurs de ces éléments.

DATES.	EN LONGITUDE.	EN LATITUDE.
3 septembre 1844.......	— 0″2	— 0″2
10 septembre.............	— 2,6	— 1,6
19 septembre.............	+ 3,9	— 3,9
30 septembre.............	+ 0,5	0,0
6 octobre....	— 0,4	0,0
18 octobre...............	— 1,2	— 1,4
31 octobre...............	— 2,3	— 5,6
8 novembre.............	— 0,4	0,0

» Cette orbite est basée sur les seules observations de Paris; mais je l'ai comparée aussi à seize observations faites à Altona, à Hambourg et à Manheim, qui se trouvent représentées en moyenne, à moins d'une demi-seconde de degré : il est donc permis de croire que ces éléments sont à très-peu près définitifs, et que les corrections qu'on pourrait déduire de l'ensemble des observations européennes seraient extrêmement faibles. »

PHYSIQUE. — *Note sur le déplacement du zéro dans les thermomètres; par* M. PERSON.

« Les plus grandes élévations observées jusqu'ici dans le zéro des thermomètres ne sont qu'une petite fraction de l'élévation qui tend à se produire, et que les expériences rapportées plus loin ne permettent guère d'évaluer à moins de 15 ou 20 degrés.

» Le retrait du verre, qui produit la diminution du réservoir, se fait mal à la température ordinaire; en quatre ou cinq années, l'élévation du zéro est à peine d'un demi-degré, d'après les observations de M. Despretz.

» A 300 degrés le travail du verre est plus efficace; mais comme il est encore fort lent à une température si éloignée de celle où la solidification et la trempe ont eu lieu, il faudrait maintenir le réservoir très-longtemps à 300 degrés pour obtenir une contraction notable. M. Legrand et M. Pierre n'ont pas fait leurs expériences à ce point de vue; ils atteignaient seulement la température de 300 degrés et laissaient refroidir; aussi les plus grandes élévations qu'ils aient observées dépassent rarement 1 degré.

» En opérant vers 440 degrés et en maintenant cette température pendant plusieurs heures, j'ai obtenu des élévations de 12, de 15 et même de 17 degrés.

» Voici le tableau d'une expérience faite sur six thermomètres qui sont restés pendant trois heures dans un bain de nitrate de potasse dont la température a varié entre 430 et 450 degrés; ils étaient suspendus pour que leur propre poids ne contribuât pas au rétrécissement du réservoir; et, comme la pression intérieure était d'environ 4 atmosphères, il est clair que ce rétrécissement ne peut pas être attribué à la pression extérieure.

DÉSIGNATION DES THERMOMÈTRES.	ÉLÉVATION du zéro pendant l'expérience.
Thermomètre n° X, fait depuis cinq mois, resté à la température ambiante. Zéro élevé de 0°,6. Assez d'air au-dessus du mercure pour qu'il monte à 440 degrés sans bouillir...............	13°,0
Thermomètre n° XIV, fait tout récemment. Vide d'air.........	17,2
Thermomètre n° XIII, du même tube que le n° XIV, mais recuit pendant deux heures à 440 degrés avant l'introduction du mercure, vide d'air..................................	5,3
Thermomètre n° XI, zéro déjà monté de 9°,5 par recuit antérieur, vide d'air..................................	2,6
Thermomètre n° XII, zéro déjà monté de 11°,5 par recuit antérieur, vide d'air..................................	2,2
Thermomètre n° VIII, zéro déjà monté de 13 degrés par recuit antérieur, assez d'air pour pouvoir monter à 460 degrés......	1,4

» J'ajouterai le tableau de la marche ascendante du n° VIII par des recuits successifs; le zéro était déjà monté de 5 degrés parce qu'on s'était servi de l'instrument depuis quelque temps pour prendre de très-hautes températures.

TEMPÉRATURE.	DURÉE DU RECUIT.	ÉLÉVATION DU ZÉRO.
440°	$0^h 20^m$	1°,2
430	0.50	2,6
400	1.10	1,2
440	1.10	2,0
440	1.10	1,0
440	3. 0	1,4

» Avec le n° VIII était d'abord un autre thermomètre dont les degrés ont près de 22 millimètres; après deux recuits, le zéro était monté d'environ 12 centimètres; on s'est arrêté alors parce que le mercure était presque au bout de sa course.

» Tous ces thermomètres sont en cristal de la même fonte, avec un réservoir soufflé et non pas soudé.

» Le rétrécissement graduel du réservoir, que nous voyons s'opérer dans une si grande étendue, est une cause d'erreur dont on ne peut pas toujours tenir compte. Que le thermomètre n° X ait été maintenu pendant trois heures dans un bain que nous supposerons être resté constamment à 440 degrés, la température aura paru s'élever graduellement de 13 degrés. Si, après l'expérience, on prend le zéro, on verra bien qu'il s'est élevé de 13 degrés; mais comme on ne connaîtra pas la marche qu'il aura suivie, il sera impossible de savoir si la température est réellement restée fixe. Heureusement le recuit offre le moyen d'atténuer, autant qu'on le veut, cette cause d'erreur; il est certain, par exemple, que le thermomètre n° VIII resterait maintenant trois heures dans un bain à 440 degrés sans varier de 1 degré.

» Les thermomètres XIII et XIV, faits du même tube et placés dans des circonstances identiques, sont en désaccord de 12 degrés, parce que l'un est recuit et que l'autre ne l'est pas; ici on voit nettement la cause de la différence et le moyen de l'annuler. Les différences qu'on rencontre si fréquemment dans les thermomètres tiennent probablement en grande partie

à la même cause, et il est permis de croire que, par un recuit de vingt-quatre heures à 450 degrés, on aura des thermomètres beaucoup plus comparables.

» M. Despretz a montré que le réservoir d'un thermomètre qui se refroidit ne revient pas en général à ses dimensions primitives. Il suit de là que, si l'on n'a pas chauffé assez longtemps pour produire un retrait sensible, le zéro se trouve abaissé après le refroidissement; le contraire a lieu si l'on a chauffé longtemps, et la combinaison de ces deux effets opposés est sans doute la principale cause des irrégularités qu'on a signalées dans les déplacements du zéro. Comme, après le recuit, les contractions et les dilatations du verre seront plus régulières, il est très-possible que l'abaissement du zéro ne s'observe plus, et, l'élévation ne pouvant plus se faire, on aurait un point sensiblement fixe, du moins en évitant les changements brusques de température; c'est une question à étudier. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Lettre de* M. **A. Durand** *sur les diverses applications qui ont été faites de son moteur.*

« Dans la dernière séance de l'Académie des Sciences, M. le Secrétaire perpétuel, en rendant compte d'une Lettre du Maire de la ville de Gerberoy, a bien voulu rappeler que la machine à élever l'eau, par l'action du vent, dont elle annonçait une nouvelle application, avait reçu, il y a près de trois ans, l'approbation de l'Académie, et que cette circonstance ajoutait un intérêt particulier à cette communication. Puis-je espérer que l'Académie recevrait avec le même intérêt un aperçu sommaire des différentes applications qu'a reçues cette machine?

» Sa propagation s'est produite par le seul effet du hasard, et sans le secours de la publicité; aussi, sur quinze départements où elle est employée, deux seulement appartiennent au Midi : ce sont l'Hérault et la Gironde.

» Ceux qui en ont depuis le plus longtemps sont : la Meurthe et les Deux-Sèvres; là ces machines fonctionnent depuis huit ans.

» Les profondeurs d'où les eaux sont élevées varient depuis 1 mètre jusqu'à 72.

» Les applications ont, le plus généralement, pour objet l'extraction des eaux pour les services réunis d'arrosement et d'usages domestiques. Les irrigations ne sont produites que par quelques-unes d'une manière spéciale.

» Enfin, trois de ces appareils sont employés dans des établissements purement industriels, tels qu'une blanchisserie et deux salines. L'une, située dans la Loire-Inférieure, obtient l'évaporation des eaux par leur agitation

résultant de l'action de l'appareil. *Le nombre total de ces appareils est de trente.* »

ASTRONOMIE. — *Lumière polarisée de la Lune.*

Il est donné lecture d'une Lettre de M. **Zantedeschi** à M. **Arago**. Nous en extrairons ce passage :

« Pendant l'éclipse totale de Lune du 31 mai 1844 (*Comptes rendus*, » t. XVIII, p. 1119), vous découvrîtes des traces manifestes de polarisa- » tion, en analysant, à l'aide d'un polariscope, la lumière rougeâtre et » diffuse qui, au moment même de la conjonction, éclairait la totalité du » disque de l'astre. Pendant l'éclipse lunaire du 24 novembre 1844, j'ai » confirmé pleinement le phénomène de polarisation que vous avez décou- » vert. »

PHYSIQUE. — *Sur les explosions des mélanges gazeux.* (Lettre de M. **Selligue** à M. *Arago*.)

« Dans ma Lettre du 30 septembre dernier, j'ai eu l'honneur de vous communiquer les expériences que j'avais faites, avec l'emploi de l'étincelle électrique, pour l'explosion avec pression des divers mélanges d'air et de gaz hydrogène avec ses diverses combinaisons. J'avais porté en même temps à votre connaissance qu'une indisposition, qui m'a retenu dans ma chambre plus d'un mois, était cause que je n'avais pu faire toutes les expériences relatives à l'explosion des gaz par mon robinet contenant une flamme de gaz. Depuis que j'ai eu l'honneur de vous voir, j'ai complété mes expériences sur une pression de $\frac{2}{3}$ d'atmosphère produite par une colonne d'eau, afin de mettre le gaz dans la même condition que dans les appareils d'explosion, pour qu'aucune incertitude ne puisse avoir lieu. J'ai commencé par donner une pression plus grande au gaz de la flamme du robinet qu'à celui contenu dans l'appareil; j'ai fait fonctionner ce robinet en apportant la plus grande attention à la manière dont la flamme se comportait sous cette pression. Ayant réglé l'émission de cette flamme par la capillarité des trous du bec, et non par le robinet, ce qui aurait ôté de la pression au gaz qui alimente la flamme, j'ai remarqué que par cette disposition la détonation avait lieu dans le même ordre que m'avaient donné mes premières expériences. Seulement, la limite était plus tranchée. Alors, pour donner toute la sûreté d'inflammation possible sans l'influence d'aucun courant, j'ai placé aux $\frac{2}{3}$ de la hauteur de la flamme, au centre de la clef du robinet d'explosion, le plus près possible

de l'orifice du trou, un fil de platine formant une espèce de pelote, dont les fils étaient espacés entre eux de manière à ne pas se toucher, mais cependant à conserver mutuellement leur calorique. Au moyen de ce fil de platine, qui en deux secondes se trouve rouge-blanc, après avoir pour épreuve mis de l'air seulement dans mon appareil d'explosion, et ensuite donné $\frac{2}{3}$ d'atmosphère de pression, j'ai réduit à une pression faible le gaz alimentant la flamme de l'intérieur du robinet.

» J'ai vu alors qu'en fermant et ouvrant de suite à plusieurs reprises le robinet d'explosion, la flamme se rallumait instantanément chaque fois par l'incandescence du fil de platine; d'où j'ai conclu que cette disposition était infaillible pour l'inflammation du gaz détonant. En conséquence, j'ai suivi, ainsi installé, mes expériences, et j'ai alors fait détoner successivement, jusqu'à $\frac{2}{3}$ d'atmosphère de pression, les divers mélanges détonants précités. J'ai remarqué dans leurs diverses détonations une différence très-sensible dans l'instantanéité de l'explosion. Le gaz de houille, dans l'échelle, est celui qui détone le plus lentement, et le gaz hydrogène pur le plus vivement; mais ces détonations en temps sont toutes divisibles par la pensée, tandis que lorsque l'on emploie l'étincelle électrique, il n'y a qu'un coup indivisible.

» Je n'ai pu pousser plus loin ces expériences, n'étant pas muni d'appareils qui me permissent de porter plus haut la pression, pensant d'ailleurs que cela serait tout à fait en dehors des expériences nécessaires pour régler les fonctions de mes appareils.

» En résumé : le gaz hydrogène, avec ses diverses combinaisons ou mélanges rendus détonants, est d'autant moins inflammable qu'il s'éloigne plus du gaz hydrogène pur, malgré les proportions observées, et c'est cette différence qui faisait que le gaz hydrogène pur détonait avec 50 centimètres de pression de mercure, tandis que le gaz de houille ne détonait plus à 12 centimètres de pression. *C'est le plus ou moins d'instantanéité de l'inflammation qui faisait cette différence.* Car, par quoi la flamme était-elle éteinte? c'était par le gaz détonant; il était en contact avec cette flamme, puisque, dans les deux cas, la pression existait; que même pour l'hydrogène pur, la pression montait à 50 centimètres avec explosion, ce qui était quatre fois plus de pression que pour le gaz de houille. Le fil de platine conserve son incandescence malgré le courant produit par la pression, et, comme sa haute température persiste, la détonation a lieu avec les modifications énoncées plus haut. Dans mes précédentes Lettres, j'ai rendu compte des effets produits en spécifiant l'emploi de mon robinet d'explosion. J'ai dû pousser ces expériences jusque-là, afin de vérifier le fait qui se rattachait à l'emploi que j'en fais.

» Ainsi, monsieur, je prie l'Académie d'inviter la Commission à faire son Rapport sur les avantages qui peuvent résulter de mon nouveau moteur, avantages que j'ai énumérés dans ma précédente Lettre. Si j'ai omis, comme on l'a fait observer, de parler des hélices, c'est que les hélices n'agissent que par renvoi de la force que donne la vapeur, en poussant le piston, tandis que mes appareils agissent directement contre l'eau et par une propulsion horizontale. Quant à la force de résistance que présentent mes boucliers-rames articulés qui sont sur la tige des pistons, la surface qu'ils présentent est de $\frac{7}{100}$ de leur surface totale; en conséquence, le vide produit par l'oxygène et l'hydrogène qui ont formé l'eau par la détonation, joint à la pression de l'eau exercée par la position de mes appareils au-dessous de la flottaison, est plus que suffisant pour faire, sans autre agent, revenir le piston et par conséquent le bouclier-rame à sa surface. Quand le bâtiment marche à la voile, la résistance pour quatre boucliers-rames est en plus, de 280 centimètres de surface, ce qui, avec la vitesse du sillage, ne présente que la résistance formulée dans ma précédente Lettre, de 60 à 70 kilogrammes. J'ai la conviction d'avoir rempli le but que je me suis proposé, ainsi que je vous l'ai exprimé dans ma dernière Lettre. Les expériences auxquelles je me suis livré depuis, ne font que justifier comme économie et sûreté la supériorité de mon robinet d'explosion sur les agents électriques et voltaïques pour l'inflammation des gaz, surtout depuis que j'ai ajouté l'ignition du platine à la flamme de gaz, ce qui donne une sûreté surabondante, mais qu'il est toujours mieux d'avoir à sa disposition.

» Je vous prie, monsieur, de vouloir bien remarquer que dans ces dernières expériences que j'ai faites et dans leur communication à l'Académie, je n'ai en vue que d'appeler l'attention sur les diverses anomalies qui se signalent dans l'emploi des agents qui doivent déterminer l'explosion des gaz comprimés et des différences qui existent, selon leur nature et leur mélange; ces expériences ne se rattachent qu'accessoirement à mon système de moteur. »

Après cette communication, M. **Arago** a parlé d'expériences de M. **Johnston**, desquelles il paraît résulter que la force provenant de l'explosion d'un mélange gazeux, est dépendante de l'intensité de l'étincelle qui a produit l'inflammation.

M. **Virlet-d'Aoust** écrit relativement à un *météore lumineux* qu'il a observé à Paris dans la soirée du 9 décembre ($5^h\ 20^m$ environ); quoique le

ciel fût couvert d'une épaisse couche de nuages très-peu élevés, la traînée lumineuse a été aperçue presque depuis le zénith jusqu'à l'horizon.

M. Robert adresse une *Note sur les habitudes de certaines fourmis qui recherchent avec empressement la liqueur sucrée fournie par les pucerons.*

M. A. Rouget de Lisle écrit relativement aux premiers essais de *fours aérothermes*, dont l'invention remonte, suivant lui, au Hollandais *Drebbel*, qui en aurait installé en Angleterre. « Ces fours, ajoute l'auteur de la Lettre, sont parfaitement décrits dans les voyages de Monconys, publiés en 1662 (édit. in-12, t. II, p. 76). Ce serait aussi à Drebbel qu'il faudrait rapporter, d'après l'auteur de la Lettre, l'invention d'une *lance incendiaire*, désignée à une époque postérieure sous le nom de flèche incendiaire de Warner. »

Cette Lettre est renvoyée, comme pièce à consulter, à la Commission chargée de faire le Rapport sur le four de M. *Mouchot.*

M. Hallette écrit qu'il vient d'installer à Arras, sur une longueur de 100 mètres, un spécimen de son *chemin de fer atmosphérique*. «Dans ce court trajet, dit l'auteur de la Lettre, j'ai réuni tous les cas qui peuvent se présenter sur une longue ligne, et les résultats des expériences répétées que je fais depuis quelques jours confirment pleinement ceux que j'avais obtenus avec l'appareil provisoire employé dans mes précédents essais. Je crois donc être maintenant en mesure de prouver parfaitement à la Commission de l'Académie, que mon système satisfait, par des moyens d'une simplicité extrême, à toutes les conditions d'une fermeture parfaite de la rainure longitudinale du tube de propulsion, et que l'interruption de ces tubes pour les passages à niveau ou les changements de voie est sans inconvénients. Un piston qui sort d'un tube, après s'en être fait ouvrir le clapet de sortie par l'air comprimé, et sans le moindre choc, rentre dans un autre tube et le traverse, pour aller ensuite épuiser sa force vive sur un plan incliné, en descendre par sa gravité, rentrer dans le même tube et retourner à sa place avec des vitesses de 28 à 38 kilomètres à l'heure. »

M. Chameroy annonce qu'il a terminé un spécimen de son nouveau *système de locomotion par l'air comprimé*, et exprime le désir que MM. les Commissaires qui ont été chargés de rendre compte à l'Académie de ce système de locomotion, veuillent bien faire connaître le jour où ils pourront assister aux expériences qui doivent être faites en leur présence.

M. le général **Dembinski** demande que la Commission à l'examen de laquelle a été renvoyé son Mémoire sur les *chemins de fer atmosphériques* veuille bien, dans le cas où elle jugerait des explications orales nécessaires pour l'intelligence de quelques parties de ce Mémoire, lui fixer le jour où elle pourra l'entendre.

Ces trois Lettres sont renvoyées à l'examen de la Commission précédemment désignée.

M. **Zotof** adresse de Saint-Pétersbourg une Note ayant pour titre : *La vie, le sommeil et la mort;* l'auteur désire que cette Note soit communiquée à la Commission chargée de décerner le prix sur la question des morts apparentes, prix pour lequel il ne se propose point d'ailleurs de concourir.

L'Académie reçoit le dépôt de quatre paquets cachetés, présentés par MM. **Fizeau** et **Foucault**, par M. **Germain**, par M. **Lapointe** et par M. **Launoy**.

La séance est levée à 5 heures.

A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 23; in-4°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; novembre 1844; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; novembre 1844; in-8°.

Histoire naturelle des îles Canaries; par MM. WEBB *et* BERTHELOT; 77e livraison; in-4°.

Translation des restes mortels de BROUSSAIS *au Val-de-Grâce, le* 13 *juin* 1844; *inauguration de son buste et de celui de* LARREY *à l'Hôpital militaire d'instruction de Lille, le même jour;* 1 feuille in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; tome XVII; janvier à avril 1844; in-8°.

De la Poudre à canon, et de son introduction en France; par M. LACABANE; broch. in-8°.

Économie médicale. (Extrait de la *Gazette médicale de Montpellier.*) ½ feuille in-8°.

Journal de Chimie médicale; décembre 1844; in-8°.

Annales des Maladies de la peau et de la Syphilis; par M. CAZENAVE; octobre 1844; in-8°.

La Clinique vétérinaire; décembre 1844; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; décembre 1844; in-8°.

Journal de Médecine; décembre 1844; in-8°.

Annales de Thérapeutique médicale et chirurgicale, et de Toxicologie; par M. ROGNETTA; n° 9; in-8°.

Histoire naturelle générale et particulière des Insectes névroptères. — Seconde Monographie : famille des Éphémérides; par M. PICTET; livr. 5, 6, 7. Genève, in-8°.

Annales des Travaux publics de Belgique; 2 vol. in-8°. Bruxelles, 1843 *et* 1844; in-8°.

First Report... *Premier Rapport de la Commission chargée par le Gouvernement de faire une enquête sur l'état hygiénique des grandes villes et des districts populeux de l'Angleterre et du pays de Galles;* Ier et IIe vol., in-8°. Londres, 1844.

Magnetische... *Observations magnétiques et météorologiques de Prague, pu-*

bliées par M. Kreil, astronome adjoint; 4e année; d'août 1842 au 3 décembre 1843; 1 vol. in-4°.

Versuch... *Recherches d'une base objective de notre connaissance des trois dimensions de l'espace; par* M. B. Bolzano. Prague, 1843; in-4°.

Mittlere... *Lieux moyens de* 12000 *Étoiles fixes pour le commencement de l'année* 1836, *déduits des observations de l'observatoire de Hambourg; par* M. Carl Rumker; in-4° oblong. (Hambourg.)

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. Schumacher; n° 521; in-4°.

Versuch einer... *Chimie physiologique générale; par* M. Mulder, 1re, 2e, 3e et 4e livr. Brunswick, 1844; in-8°.

Giornale... *Journal des Observations faites en Égypte, en Syrie et en Nubie, par* M. J.-B. Brocchi; ouvrage posthume, imprimé et publié par M. Roberti. Bassano, 1841-1843; 5e vol. in-8°, avec un cahier de planches in-8°.

Effemeridi... *Éphémérides astronomiques de Milan pour l'année* 1845, *calculées par* M. l'abbé Jean Capelli *et* M. C. Buzzetti. Milan, 1844; in-8°.

Di una estenzione... *Sur une extension à la Théorie du mouvement de l'eau dans les vases; par* M. G. Piolo. Milan, 1843; in-8°.

Sulla legge... *Sur la Loi de la permanence des molécules des fluides en mouvement sur des surfaces libres; par* le même. Milan, 1843; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 49; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 141 à 143; in-fol.

L'Écho du Monde savant; n°s 42 et 43.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — NOVEMBRE 1844.

9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	MAXIMA.	MINIMA.		
743,83	+ 8,3		742,34	+10,7		740,24	+10,6		736,63	+ 8,6		+11,0	+ 5,3	Pluie fine	E.
734,35	+ 8,5		734,71	+12,5		734,40	+11,8		735,81	+ 8,4		+13,0	+ 7,7	Couvert	S. E.
737,56	+ 7,1		737,92	+ 8,6		737,94	+10,2		740,01	+ 5,1		+10,2	+ 6,5	Couvert	S. E.
742,18	+ 6,1		741,94	+ 7,2		741,51	+ 7,7		738,58	+ 6,4		+ 7,9	+ 4,5	Pluie fine	O. S. O.
735,10	+ 7,3		735,72	+ 7,4		736,50	+ 7,6		739,20	+ 6,8		+ 7,9	+ 6,8	Pluie fine	O. S. O.
741,60	+ 6,2		741,96	+ 8,8		741,95	+ 9,6		743,26	+ 5,2		+ 9,9	+ 3,7	Quelques éclaircies	S. S. O.
744,79	+ 6,9		744,49	+ 9,4		743,44	+10,9		741,55	+ 8,1		+11,0	+ 5,6	Couvert	S.
737,23	+ 9,8		736,72	+12,4		736,32	+12,8		739,09	+ 8,8		+13,0	+ 7,8	Couvert	S. S. E.
736,94	+ 9,7		736,52	+10,4		736,46	+10,8		741,01	+ 9,7		+11,1	+ 7,8	Couvert	S. fort.
742,88	+ 8,4		740,46	+10,4		738,92	+ 9,8		738,63	+ 8,4		+11,9	+ 6,1	Couvert	S. fort.
742,88	+ 7,3		743,96	+ 8,6		746,00	+ 9,3		752,52	+ 5,0		+ 9,0	+ 5,8	Couvert	S. O.
750,94	+ 5,5		749,04	+ 8,3		750,03	+13,1		753,74	+11,7		+13,5	+ 3,9	Pluie	S.
755,66	+11,5		755,36	+13,2		755,11	+12,8		757,23	+12,2		+13,0	+11,0	Couvert	S. O.
761,28	+12,2		762,14	+13,8		762,56	+13,6		764,56	+12,0		+14,2	+11,3	Couvert	S. O.
765,43	+ 8,6		764,70	+ 9,8		764,50	+11,5		764,78	+ 9,7		+11,8	+ 7,0	Vaporeux	S. O.
766,50	+10,8		767,37	+10,9		766,80	+11,2		767,19	+11,2		+11,8	+ 7,5	Couvert	O.
766,87	+11,2		766,69	+11,5		766,07	+12,3		766,35	+11,2		+12,3	+10,5	Pluie fine	O. S. O.
765,43	+11,7		764,98	+10,4		764,17	+ 9,7		764,12	+ 9,3		+11,7	+ 9,3	Couvert	S. E.
764,03	+ 8,7		763,74	+ 8,9		763,19	+ 8,7		763,44	+ 8,0		+ 9,0	+ 8,0	Couvert	S. E.
763,33	+ 6,4		763,15	+ 7,1		762,87	+ 8,1		764,46	+ 5,2		+ 8,0	+ 6,2	Couvert	S.
764,99	+ 7,4		764,84	+ 8,5		764,27	+ 9,9		763,96	+ 6,4		+10,1	+ 5,5	Brouillard	S. O.
761,60	+ 6,1		760,88	+ 6,8		759,70	+ 7,2		760,25	+ 4,7		+ 7,1	+ 3,3	Couvert	N. E.
760,14	+ 3,8		759,47	+ 5,4		759,16	+ 6,4		758,84	+ 3,2		+ 6,1	+ 3,0	Beau	N. N. E.
756,61	+ 2,0		755,68	+ 2,4		755,18	+ 2,5		755,46	+ 2,9		+ 2,8	+ 1,0	Couvert	N. O.
758,23	+ 2,8		758,50	+ 4,8		759,00	+ 5,4		761,12	+ 4,2		+ 5,4	+ 2,5	Couvert	O. S. O.
765,04	+ 2,3		765,34	+ 5,9		765,71	+ 6,2		767,03	+ 2,9		+ 6,4	+ 1,3	Très-nuageux	O. S. O.
767,44	— 1,3		767,95	— 0,2		765,73	+ 1,2		765,17	+ 1,2		+ 1,7	— 2,3	Brouillard très-épais	O. S. O.
762,08	+ 0,4		761,09	+ 0,4		760,60	+ 0,3		759,32	+ 0,1		+ 0,4	+ 0,3	Brouillard	S. S. E.
757,08	— 0,2		757,16	+ 0,8		757,00	+ 1,2		757,72	+ 2,7		+ 2,7	— 0,4	Couvert, léger brouillard	S. O.
757,61	+ 1,8		757,47	+ 1,4		757,60	+ 1,0		758,75	+ 0,7		+ 1,9	+ 0,7	Couvert	N. N. O.
739,65	+ 7,8		739,28	+ 9,8		738,77	+10,2		739,38	+ 7,6		+10,7	+ 6,2	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centimètres.
760,23	+ 9,4		760,11	+10,3		760,13	+11,0		761,84	+ 9,5		+11,4	+ 8,1	... Moy. du 11 au 20	Cour.. 6,691
761,08	+ 2,5		760,84	+ 3,6		760,40	+ 3,5		760,76	+ 2,9		+ 4,5	+ 1,5	... Moy. du 21 au 30	Terr.. 5,980
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	Moyenne du mois	[illegible]

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 DÉCEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur le rapport qui existe entre le refroidissement progressif de la masse du globe terrestre et celui de sa surface; par* M. L. ÉLIE DE BEAUMONT.

« C'est une question digne à la fois de l'intérêt des physiciens et de celui des géologues, que celle de savoir si, dans l'état actuel des choses, la température moyenne de la surface du globe décroît plus ou moins rapidement que la température moyenne de sa masse interne.

» J'ignore si l'on a jamais remarqué que les éléments numériques les plus essentiels pour la solution approximative de cette question sont donnés par les observations que M. Arago a faites, dans le jardin de l'Observatoire, sur des thermomètres enfoncés dans le sol à différentes profondeurs.

» M. Poisson, en soumettant ces observations à une discussion approfondie (*), a trouvé que si l'on désigne par c le calorique spécifique du sol de l'Observatoire, rapporté au volume, par k sa conductibilité intérieure, et

(*) *Voyez* la *Théoriemathématique de la chaleur,* par M. Poisson, p. 501. (Paris, 1835.)

par h sa conductibilité extérieure; et qu'on pose

$$a = \sqrt{\frac{k}{c}}, \quad b = \frac{h}{k},$$

on peut admettre, au moins provisoirement, les valeurs

$$a = 5,11655, \quad b = 1,05719.$$

» Voici maintenant comment la solution approximative de la question énoncée ci-dessus dépend de ces nombres.

» Si l'on désigne par g la fraction de degré centigrade dont la température intérieure de la Terre augmente par mètre de profondeur, le flux de chaleur qui sort annuellement de chaque mètre carré de la surface du globe sera exprimé (*) par le produit

$$gk.$$

» Le flux de chaleur qui sort annuellement de la Terre entière aura donc pour expression

$$4\pi R^2 gk,$$

R étant le rayon de la Terre.

» Si l'on remplace k par sa valeur ca^2, cette expression devient

$$4\pi R^2 g a^2 c.$$

» La quantité de chaleur que le globe terrestre devrait abandonner pour que sa température s'abaissât d'un degré centigrade, a, de son côté, pour expression

$$\tfrac{4}{3}\pi R^3 C,$$

C étant la valeur moyenne du calorique spécifique rapporté au volume de la masse entière.

» Le refroidissement qu'éprouve annuellement la masse du globe a pour mesure le rapport de ces deux expressions, c'est-à-dire,

$$\frac{4\pi R^2 g a^2 c}{\frac{4}{3}\pi R^3 C} = \frac{3ga^2}{R} \cdot \frac{c}{C};$$

(*) *Voyez* le *Supplément à la Théorie mathématique de la chaleur*, par M. Poisson (page 17 du Supplément publié en 1837).

de sorte que si l'on appelle V la température moyenne de toute la masse du globe, ou pour mieux dire *la température que prendrait cette masse si toute la chaleur qu'elle contient y était répartie de manière à ce que la température fût uniforme,* et si l'on désigne par t le temps écoulé depuis l'origine supposée du refroidissement, exprimé en années, on a

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{3g}{R} \cdot \frac{c}{C}.$$

» M. Fourier a donné, depuis longtemps, une expression aussi simple qu'élégante (*) du refroidissement annuel de la surface du globe.

» Si l'on appelle U la température moyenne de cette surface, on a, d'après les notations employées dans cette Note,

$$\frac{dU}{dt} = -\frac{1}{bt}.$$

» Maintenant, pour obtenir le rapport du refroidissement moyen annuel de la masse du globe à celui de sa surface, il suffit de diviser ces deux dernières équations l'une par l'autre, ce qui donne

$$\frac{\frac{dV}{at}}{\frac{dU}{dt}} = \frac{\frac{3ga^2}{R} \cdot \frac{c}{C}}{\frac{g}{2bt}} = \frac{6a^2b}{R} \cdot \frac{c}{C} \cdot t.$$

» Ce rapport est proportionnel au temps écoulé depuis l'origine du refroidissement; ainsi, à mesure que les années s'écoulent, le refroidissement moyen annuel de la masse du globe devient plus grand par rapport à celui de la surface.

» Malheureusement l'expression obtenue renferme, outre le temps, une seconde quantité inconnue; c'est le rapport du calorique spécifique des matières qui composent la surface du globe, au calorique spécifique moyen de

---

(*) *Voyez* les *Annales de Chimie et de Physique,* tome XIII, page 414 (1820). *Voyez* aussi l'Éloge de Fourier, par M. Arago, dans les *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de l'Institut de France,* tome XIV, page CXXIV. Cette formule, dans la forme même où je l'écris, se déduit directement de celle donnée par M. Poisson dans la Note C, imprimée à la suite du Supplément à la *Théorie mathématique de la chaleur,* en faisant dans cette formule $x = 0$ et $l = R = \infty$ (Supplément, 1837, page 55); elle se déduit de même de la formule donnée dans l'ouvrage, page 327, formule qui se rapporte à un tout autre cas que celle du Supplément.

celles qui composent la masse entière. Ce rapport est peut-être destiné à nous demeurer toujours inconnu; mais on peut remarquer que les caloriques spécifiques, *rapportés au volume* de la plupart des corps solides, ne varient que dans des limites assez étroites (*). Il est donc probable qu'on ne commettrait pas une erreur très-considérable en supposant égal à l'unité le rapport $\frac{c}{C}$ des deux caloriques spécifiques dont nous venons de parler. Si l'on adopte cette hypothèse comme une approximation, l'équation précédente se réduit à

$$\frac{\frac{dV}{dt}}{\frac{dU}{dt}} = \frac{6a^2b}{R} \cdot t,$$

et son second membre ne contient plus que des quantités connues multipliées par la première puissance du temps. Il est remarquable que cette expression approchée du rapport cherché ne dépend en aucune façon de la température initiale.

» Si l'on y remplace finalement les quantités connues par les nombres qui les représentent, elle se réduit à

$$\frac{\frac{dV}{dt}}{\frac{dU}{dt}} = \frac{1}{38,359} \cdot t.$$

» Cette dernière équation montre que, dans l'hypothèse adoptée sur les caloriques spécifiques, le refroidissement annuel de la surface est plus grand

---

(*) Le calorique spécifique, rapporté au volume, est

Pour la pierre calcaire.......	0,5707
Pour le quartz..............	0,5025
Pour le feldspath...........	0,4930
Pour l'albite...............	0,5118

En général, les caloriques spécifiques rapportés au volume de la plupart des substances pierreuses et métalliques sont compris entre les nombres 0,30 et 0,90, dont la moyenne est 0,60. C'est là ce qui me porte à admettre qu'il n'y a pas beaucoup de chances pour que le calorique spécifique, rapporté au volume d'une masse composée de la réunion de ces différentes substances, s'éloigne considérablement du nombre 0,5614 que j'ai cru pouvoir admettre pour représenter le calorique spécifique rapporté au volume du sol du jardin de l'Observatoire. (*Voyez* le *Supplément* déjà cité du Mémoire de M. Poisson, p. 17.)

que celui de la masse totale du globe pendant un laps de trente-huit mille trois cent cinquante-neuf ans, comptés à partir de l'origine du refroidissement; et qu'à dater de cette époque le refroidissement moyen annuel de la masse surpasse celui de la surface et le surpasse de plus en plus.

» S'est-il écoulé, de fait, trente-huit mille trois cent cinquante-neuf ans depuis le moment auquel le calcul rapporte l'origine du refroidissement du globe terrestre? On sait que Buffon croyait pouvoir comprendre tous les phénomènes géologiques dans un espace de soixante-seize mille ans; mais on sait aussi que la sphère de la géologie s'est considérablement agrandie depuis la publication des époques de la nature. Le philosophe Anaxagoras excita la surprise et même l'incrédulité des Grecs lorsqu'il leur dit que la Lune était aussi grande que le Peloponèse; on a reconnu depuis que son évaluation était loin d'être exagérée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur une extension remarquable que l'on peut donner aux nouvelles formules établies dans les séances précédentes; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Les nouvelles formules que j'ai données dans les précédentes séances, pour le développement des fonctions en séries, peuvent encore être généralisées. Si, parmi ces formules, on considère spécialement celles qui renferment des différences finies, on reconnaîtra qu'elles se trouvent comprises, comme cas particuliers, dans une formule plus générale et très-simple, dont les divers termes sont respectivement proportionnels aux différences finies successives de diverses fonctions qu'il est facile de calculer. Cette dernière formule, aussi bien que les autres, peut être appliquée avec avantage à la solution des problèmes de haute analyse. Concevons, pour fixer les idées, qu'on la fasse servir au développement d'une fonction en série de termes proportionnels aux diverses puissances entières, positives, nulles et négatives d'une exponentielle trigonométrique. Alors, on se trouvera précisément ramené aux conclusions que j'ai déjà énoncées dans un article que renferme le *Compte rendu* de la séance du 9 août 1841.

ANALYSE.

» Soient $F(x)$ une fonction donnée de la variable x, et a une constante réelle ou imaginaire dont le module a ne surpasse pas l'unité. Supposons d'ailleurs que la fonction

$$F(x)$$

et même la fonction

$$F\left(\frac{x}{a}\right)$$

restent continues par rapport à la variable x, pour tout module de cette variable inférieur à une certaine limite qui surpasse l'unité. Chacune des fonctions

$$F(x), \quad F\left(\frac{x}{a}\right),$$

sera, pour un tel module, développable en série convergente ordonnée suivant les puissances entières positives, nulle et négatives de x. Or, soit A_n le coefficient de x^n dans le développement de $F(x)$, et désignons par p un arc réel; alors, en prenant

$$x = e^{p\sqrt{-1}},$$

on aura

$$(1) \qquad A_n = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n} F(x)\, dp,$$

et l'on trouvera encore, en remplaçant x par $\frac{x}{a}$,

$$(2) \qquad A_n = \frac{a^n}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n} F\left(\frac{x}{a}\right) dp.$$

» Supposons maintenant que $F(x)$ se décompose en deux facteurs, dont l'un soit représenté par $f(x)$, l'autre par $\varphi(ax)$, en sorte qu'on ait

$$(3) \qquad F(x) = \varphi(ax)\, f(x),$$

et, par suite,

$$F\left(\frac{x}{a}\right) = \varphi(x)\, f\left(\frac{x}{a}\right).$$

La formule (2) deviendra

$$(4) \qquad A_n = \frac{a^n}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n}\, \varphi(x)\, f\left(\frac{x}{a}\right) dp.$$

Pour déduire de l'équation (4) les formules (17) et (18) de la page 1197, il suffit de poser

$$(5) \qquad y = x^{-1} - 1,$$

en sorte qu'on ait

(6) $$x = 1 - xy,$$

et

(7) $$\frac{1}{x} = 1 + y;$$

puis de développer, suivant les puissances entières et ascendantes de y, la fonction $f\left(\frac{x}{a}\right)$, après y avoir substitué la valeur précédente de x ou de $\frac{1}{x}$. Mais on obtiendra une formule encore plus générale, si, la fonction $f(x)$ étant elle-même décomposée en deux facteurs $\varphi(x)$, $f\left(\frac{1}{x}\right)$, en sorte qu'on ait

(8) $$f(x) = \varphi(x) f\left(\frac{1}{x}\right),$$

et

$$f\left(\frac{x}{a}\right) = \varphi\left(\frac{x}{a}\right) f\left(\frac{a}{x}\right),$$

on développe, suivant les puissances ascendantes de y, la fonction $f\left(\frac{x}{a}\right)$ dont les deux facteurs sont

$$\varphi\left(\frac{x}{a}\right), \quad f\left(\frac{a}{x}\right),$$

après avoir réduit ces deux facteurs aux formes

$$\varphi\left(\frac{-xy}{a}\right), \quad f\frac{(a + ay)}{1+y},$$

en substituant, dans le premier, la valeur de x tirée de l'équation (6), et dans le second la valeur de $\frac{1}{x}$ tirée de l'équation (7). Alors, en supposant que l'on ait, pour des valeurs quelconques des variables x, y,

(9) $$\mathfrak{F}(x, y) = \varphi\left(\frac{1-xy}{a}\right) f\frac{(a + ay)}{1+y},$$

on tirera de l'équation (9) jointe à l'équation (5)

(10) $$\mathfrak{F}(x, y) = f\left(\frac{x}{a}\right),$$

et par suite la formule (4) deviendra

$$(11)\qquad A_n = \frac{a_n}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n}\,\varphi(x)\,\mathfrak{F}(x,y)\,dp.$$

D'autre part, en développant, suivant les puissances entières de y, la fonction $\mathfrak{F}(x,y)$ déterminée par l'équation (9), on trouvera

$$(12)\qquad \mathfrak{F}(x,y) = X_0 + X_1 y + X_2 y^2 + \ldots + X_{m-1} y^m + r_m,$$

X_m désignant une fonction de x, entière, et du degré m, déterminée par la formule

$$(13)\quad \left\{ X_m = \frac{1}{1.2\ldots m}\left[\begin{array}{l} a^m f^{(m)}(a)\chi\left(\frac{1}{a}\right) - \frac{m}{1}a^{m-2}x f^{(m-1)}(a)\chi'\left(\frac{1}{a}\right) + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + (-1)^m \frac{x^m}{a^m} f(a)\chi^{(m)}\left(\frac{1}{a}\right) \end{array}\right],\right.$$

en sorte qu'on aura non-seulement

$$(14)\qquad X_0 = f(a)\,\chi\left(\frac{1}{a}\right) = f\left(\frac{1}{a}\right),$$

mais encore

$$(15)\quad \left\{ \begin{array}{l} X_1 = a f'(a)\chi\left(\frac{1}{a}\right) - \frac{x}{a} f(a)\chi'\left(\frac{1}{a}\right), \\ X_2 = \frac{1}{1.2}\left[a^2 f''(a)\chi\left(\frac{1}{a}\right) - 2x f'(a)\chi'\left(\frac{1}{a}\right) + \frac{x^2}{a^2} f(a)\chi''\left(\frac{1}{a}\right)\right], \\ \text{etc.} \end{array}\right.$$

et le reste r_m pouvant être représenté par une intégrale définie simple, du genre de celles que nous avons mentionnées dans le précédent Mémoire. Si d'ailleurs on pose, pour abréger,

$$(16)\qquad K_m = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n} X_m\,\varphi(x)\,dp,$$

$$(17)\qquad R_m = \frac{a^n}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n} r_m\,\varphi(x)\,dp,$$

alors, en admettant que la caractéristique Δ des différences finies soit relative à l'exposant n, on tirera de la formule (16)

$$\Delta^m K_m = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n}(x^{-1}-1)^m X_m\,\varphi(x)\,dp,$$

ou, ce qui revient au même,

$$\Delta^m K_m = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x^{-n} X_m y^m \varphi(x)\, dp, \tag{18}$$

et de la formule (11), jointe à l'équation (12),

$$A_n = a^n (K_0 + \Delta K_1 + \Delta^2 K_2 + \ldots + \Delta^{m-1} K_{m-1}) + R_m. \tag{19}$$

» Si le reste R_m devient infiniment petit pour des valeurs infiniment grandes de m, l'équation (19) donnera simplement

$$A_n = a^n (K_0 + \Delta K_1 + \Delta^2 K_3 + \text{etc.} \ldots). \tag{20}$$

C'est ce qui aura lieu, en particulier, si le reste r_m devient lui-même infiniment petit, pour des valeurs infiniment grandes de m. Ajoutons que cette dernière condition sera certainement remplie, si $\mathfrak{f}(x, y)$ est développable en série convergente ordonnée suivant les puissances ascendantes de la variable y, pour tout module de cette variable inférieur à 2. Car le module 2 est évidemment le plus grand de ceux que peut acquérir la valeur de y déterminée par le système des deux équations

$$y = x^{-1} - 1, \quad x = e^{p\sqrt{-1}},$$

la lettre p étant supposée représenter un arc réel.

» Il est bon d'observer que, si l'on pose, pour abréger,

$$k_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x^{-n} \varphi(x)\, dp, \tag{21}$$

la formule (16), jointe aux équations (13), (14), (15), donnera

$$K_0 = k_n f(a) \chi\left(\frac{1}{a}\right) = k_n \mathrm{f}\left(\frac{1}{a}\right), \tag{22}$$

$$\left\{\begin{aligned} &K_1 = k_n a f'(a) \chi\left(\frac{1}{a}\right) - k_{n-1} a^{-1} f(a) \chi'\left(\frac{1}{a}\right), \\ &K_2 = \frac{1}{1.2}\left[k_n a^2 f''(a) \chi\left(\frac{1}{a}\right) - k_{n-1} f'(a) \chi'\left(\frac{1}{a}\right) + k_{n-2} a^{-2} f(a) \chi''\left(\frac{1}{a}\right)\right], \\ &\text{etc.} \end{aligned}\right. \tag{23}$$

et généralement

$$(24)\quad \mathrm{K}_m = \frac{1}{1.2\ldots m}\left[\begin{array}{l} \mathrm{k}_n a^m \mathfrak{f}^{(m)}(a)\,\chi\left(\frac{1}{a}\right) - \frac{m}{1}\mathrm{k}_{n-1}\,a^{m-2}\,\mathfrak{f}^{(m-1)}(a)\chi'\left(\frac{1}{a}\right) + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + (-1)^m \mathrm{k}_{n-m} a^{-m}\mathfrak{f}(a)\,\chi^{(m)}\left(\frac{1}{a}\right)\end{array}\right].$$

» Si l'on suppose, dans la formule (8),

$$\mathfrak{f}\left(\frac{1}{x}\right) = 1,$$

on en conclura

$$\chi(x) = \mathrm{f}(x),$$

et la formule (24) deviendra

$$\mathrm{K}_m = (-1)^m \frac{a^{-m}}{1.2\ldots m}\mathrm{k}_{n-m}\,\mathrm{f}^{(m)}\left(\frac{1}{a}\right).$$

Donc alors l'équation (19), réduite à la forme

$$(25)\qquad \mathrm{A}_n = a^n\left[\mathrm{k}_n \mathrm{f}\left(\frac{1}{a}\right) - \frac{a^{-1}}{1}\Delta\mathrm{k}_{n-1}\mathrm{f}'\left(\frac{1}{a}\right) + \ldots + (-1)^{m-1}\frac{a^{-m+1}}{1.2\ldots(m-1)}\Delta^{m-1}\mathrm{k}_{n-m+1}\,\mathrm{f}^{(m)}\left(\frac{1}{a}\right)\right] + \mathrm{R}_m,$$

coïncidera précisément avec la formule (15) de la page 1203.

» Si, dans la formule (8), on suppose

$$\chi(x) = 1,$$

on en conclura

$$\mathfrak{f}\left(\frac{1}{x}\right) = \mathrm{f}(x),$$

par conséquent

$$\mathfrak{f}(x) = \mathrm{f}\left(\frac{1}{x}\right).$$

Donc alors l'équation (24) donnera

$$\mathrm{K}_m = \frac{a^m}{1.2\ldots m}\mathrm{k}_n\,\mathrm{D}_a^m\,\mathrm{f}\left(\frac{1}{a}\right),$$

et l'équation (19), réduite à la forme

(26)
$$A_n = a^n\left[k_n f(a^{-1}) + \frac{a}{1}\Delta k_n D_a f(a^{-1}) + \ldots + \frac{a^{m-1}}{1.2\ldots(m-1)}\Delta^{m-1} k_n D_a^{m-1} f(a^{-1})\right] + R_m,$$

coïncidera précisément avec la formule (21) de la page 1205.

» Dans un prochain article, je montrerai l'utilité des formules générales que je viens d'établir, spécialement des formules (19) et (20), dans la recherche des développements des fonctions et en particulier de la fonction perturbatrice, relative au système de deux planètes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur quelques propositions fondamentales du calcul des résidus, et sur la théorie des intégrales singulières; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

§ Ier. — *Considérations générales.*

« J'ai, dans le premier volume des *Exercices de Mathématiques*, appliqué le calcul des résidus à la recherche et à la démonstration de diverses propriétés que possède une fonction $f(z)$ d'une variable réelle ou imaginaire z, en supposant, comme je l'ai dit à la page 98 (1er théorème), qu'à chacune des valeurs de z que l'on considère, correspond une *valeur unique et déterminée* de la fonction $f(z)$. Cette étude m'a conduit (pages 109 et 110) à une formule qui est l'expression pure et simple d'un théorème fondamental et très-général dont voici l'énoncé :

» 1er *Théorème.* Si le produit de la fonction $f(z)$ par la variable z se réduit, pour toute valeur infinie, réelle ou imaginaire de cette variable, à une constante déterminée $\mathcal{F}$, le résidu intégral de la fonction se réduira lui-même à cette constante.

» 2e *Théorème.* Si la constante $\mathcal{F}$ s'évanouit, le résidu intégral de la fonction s'évanouira pareillement.

» Cette seconde proposition, énoncée à la page 110 du volume déjà cité, est, comme on le voit, une conséquence immédiate de la première.

» Il y a plus; des théorèmes que je viens de rappeler, on déduit encore d'autres propositions fondamentales qui se trouvent discutées et développées dans le second volume des *Exercices* (pages 277 et suivantes). La première est le théorème dont voici l'énoncé :

» 3e *Théorème.* Si, en attribuant au module de la variable z des valeurs infiniment grandes, on peut les choisir de manière que la fonction $f(z)$

devienne sensiblement égale à une constante déterminée $\mathcal{F}$, ou du moins de manière que la différence entre la fonction et la constante reste toujours finie ou infiniment petite, et ne cesse d'être infiniment petite en demeurant finie que dans le voisinage de certaines valeurs particulières de l'argument de la variable z; alors, pour une valeur quelconque de cette variable, la fonction $f(z)$ sera équivalente à la constante $\mathcal{F}$, plus à une somme de fractions rationnelles qui correspondront aux diverses racines de l'équation

$$\frac{1}{f(z)} = 0.$$

» Si la fonction $f(z)$ ne devient jamais infinie, alors l'équation

$$\frac{1}{f(z)} = 0$$

n'ayant plus de racines, les fractions rationnelles disparaîtront. Donc, le 3e théorème renferme, comme cas particulier, la proposition suivante:

» 4e *Théorème*. Si, pour chaque valeur réelle ou imaginaire de la variable z, la fonction $f(z)$ conserve sans cesse une valeur unique et déterminée, si d'ailleurs elle se réduit, pour toute valeur infinie de z, à une constante déterminée $\mathcal{F}$, elle se réduira encore à cette même constante quand la variable z acquerra une valeur finie quelconque.

» J'ai d'ailleurs, dans plusieurs Mémoires que renferment les *Comptes rendus des séances de l'année* 1843, appliqué à la théorie des fonctions elliptiques les propositions ci-dessus énoncées, et d'autres de la même nature, qui sont encore plus générales; et je suis ainsi parvenu, non-seulement à reproduire des résultats obtenus par M. Jacobi, mais encore à établir des formules nouvelles qui m'ont paru dignes de fixer un instant l'attention des géomètres.

» Il n'est pas sans intérêt de remarquer, dès à présent, l'analogie qu'offrent, dans leurs énoncés, les diverses propositions, et spécialement le 4e théorème, avec un autre théorème dont l'un de nos plus savants confrères, M. Liouville, a entretenu l'Académie dans la précédente séance. Ce dernier théorème, que notre confrère indique comme pouvant aussi être appliqué à la théorie des fonctions elliptiques, se rapporte généralement aux fonctions à double période. Je rechercherai, plus tard, quels rapports essentiels existent entre les deux théorèmes, et comment on peut arriver à déduire

l'un de l'autre. Le nouveau principe, ou théorème indiqué par M. Liouville, se trouve énoncé, à la page 1262, dans les termes suivants :

« Soient z une variable quelconque, réelle ou imaginaire, et $\psi(z)$ une » fonction de z bien déterminée, je veux dire une fonction qui, pour chaque » valeur $x+y\sqrt{-1}$ de z, prenne une valeur unique toujours la même, » lorsque x et y redeviennent les mêmes. Si une telle fonction est double- » ment périodique, et si l'on reconnaît qu'elle n'est jamais infinie, on pourra » affirmer, par cela seul, qu'elle se réduit à une simple constante. »

» En terminant ce paragraphe, j'observerai que j'ai déduit constamment les divers théorèmes précédemment rappelés, et les théorèmes analogues, d'un principe fondamental, établi dans mes Mémoires de 1814 et de 1822. Comme je l'ai reconnu dans ces Mémoires, les différences entre les deux valeurs d'une intégrale double, dans laquelle la fonction sous le signe $\int$ peut s'intégrer une première fois en termes finis par rapport à l'une quelconque des deux variables que l'on considère, se trouve exprimée par une intégrale définie singulière. Ce principe unique suffit pour montrer que, dans le théorème relatif au développement des fonctions en séries, on pourrait, à la rigueur, se passer de la considération des fonctions dérivées. Il en résulte donc, conformément à l'observation judicieuse que M. Liouville me faisait dernièrement à cet égard, qu'entre les deux énoncés de ce théorème, donnés dans mon Mémoire de 1831 et dans mes *Exercices d'Analyse*, il semblerait convenable de choisir le premier. Toutefois, lorsqu'il s'agit du développement des fonctions en séries, la considération des fonctions dérivées me paraît ne devoir pas être entièrement abandonnée, attendu que très-souvent, comme je l'ai dit ailleurs, cette considération est précisément celle qui sert à déterminer les modules des séries.

» Je remarquerai encore que les divers théorèmes rappelés au commencement de ce paragraphe, et les théorèmes analogues énoncés dans mes *Exercices* ou dans mes autres ouvrages, se tirent aisément les uns des autres, en sorte qu'on peut déduire avec facilité les théorèmes plus généraux, et plus étendus en apparence, de ceux qui semblent l'être beaucoup moins. C'est ce que j'ai fait voir, en particulier, dans mes *Exercices de Mathématiques* (1er volume, page 95), ainsi que dans mon Mémoire de 1831, sur le calcul des limites.

» Je remarquerai, enfin, qu'aux formules données dans mon Mémoire de 1814, pour la détermination des intégrales doubles et des intégrales définies singulières, il convient de joindre les formules plus générales que renferme le Mémoire présenté à l'Académie le 28 octobre 1822.

§ II. — *Usage des intégrales définies singulières dans la détermination des intégrales doubles.*

» C'est dans le Mémoire lu à l'Institut le 22 août 1814 que j'ai montré la différence qui peut exister entre les deux valeurs qu'on obtient pour une intégrale double, lorsqu'on effectue d'abord les intégrations dans un certain ordre, et qu'ensuite on renverse l'ordre des intégrations. C'est encore dans ce Mémoire que j'ai reconnu la cause de cette différence, et que j'en ai donné la mesure exacte, par le moyen des intégrales définies singulières. Plus tard, en 1822, je me suis occupé de nouveau du même sujet, qui fut traité aussi, vers la même époque, par M. Ostrogradsky, dont les conclusions s'accordèrent avec les miennes. Mes recherches sur cette matière ont été consignées, d'une part, dans le Mémoire déjà cité, d'autre part, dans le second Mémoire, qui a été présenté à l'Académie le 28 octobre 1822, comme l'atteste la signature du secrétaire perpétuel, M. Georges Cuvier. Le Bulletin de la Société philomatique de 1822 (page 161) présente diverses formules tirées de ce second Mémoire; je me propose d'en extraire prochainement quelques autres du cahier manuscrit qui renferme le texte original et que j'ai retrouvé dernièrement. Je me bornerai, pour l'instant, à rappeler qu'à l'aide des principes énoncés dans le Bulletin de la Société philomatique, j'avais décomposé généralement en intégrales définies singulières la différence $\mathrm{A}-\mathrm{B}$ des intégrales doubles

$$\mathrm{A}=\int_{\mathrm{y}'}^{\mathrm{y}''}\int_{\mathrm{x}'}^{\mathrm{x}''}f(x,y)\,dx\,dy,\qquad \mathrm{B}=\int_{\mathrm{x}'}^{\mathrm{x}''}\int_{\mathrm{y}'}^{\mathrm{y}''}f(x,y)\,dy\,dx,$$

et que j'avais ensuite spécialement appliqué mes formules, d'abord au cas où l'on suppose la fonction $f(x,y)$ intégrable en termes finis, par rapport à chacune des variables x, y, en sorte qu'on ait simultanément

$$f(x,y)=\mathrm{D}_y\,\psi(x,y)=\mathrm{D}_x\,\chi(x,y);$$

puis au cas plus restreint où l'on suppose

$$\psi(x,y)=f(\mathrm{X}+\mathrm{Y}\sqrt{-1})\,\mathrm{D}_x(\mathrm{X}+\mathrm{Y}\sqrt{-1}),$$

et

$$\chi(x,y)=f(\mathrm{X}+\mathrm{Y}\sqrt{-1})\,\mathrm{D}_y(\mathrm{X}+\mathrm{Y}\sqrt{-1}),$$

X et Y désignant deux fonctions quelconques de x et de y.

§ III. — *Conséquences diverses des propositions fondamentales du calcul des résidus.*

» Les propositions fondamentales du calcul des résidus, que j'ai rappelées dans le § Ier, entraînent avec elles, comme conséquences, divers autres théorèmes qui se trouvent déjà, en partie, énoncés dans les *Exercices de Mathématiques*, et que je vais indiquer en peu de mots.

» D'abord, du 3e théorème du § Ier on peut immédiatement déduire une proposition énoncée à la page 279 du second volume des *Exercices*, dans les termes suivants :

» 1er *Théorème*. Si, en attribuant au module r de la variable

$$z = r(\cos p + \sqrt{-1}\sin p),$$

des valeurs infiniment grandes, on peut les choisir de manière que la fonction $f(z)$ devienne sensiblement égale à zéro, quel que soit d'ailleurs l'angle p, ou du moins de manière que cette fonction reste toujours finie ou infiniment petite, et ne cesse d'être infiniment petite, en demeurant finie, que dans le voisinage de certaines valeurs particulières de l'angle p, on aura

$$f(x) = \mathcal{E}\frac{((f(z)))}{x-z}, \tag{1}$$

pourvu que, dans le second membre de l'équation (1), on réduise le résidu intégral

$$\mathcal{E}\frac{((f(z)))}{x-z}$$

à sa valeur principale.

» On ne doit pas oublier qu'en vertu de la condition énoncée à la page 98 du 1er volume des *Exercices*, la fonction $f(z)$ doit conserver, pour chaque valeur finie de z, une valeur unique et déterminée. Donc, si cette fonction ne devient jamais infinie, elle sera ce que nous appelons une fonction continue de z. Mais alors, l'équation

$$\frac{1}{f(z)} = 0$$

n'ayant plus de racines, le résidu intégral

$$\mathcal{E}\frac{((f(z)))}{x-z}$$

s'évanouira, et la formule (1) donnera, pour une valeur quelconque réelle ou imaginaire de la variable x,

$$f(x) = 0.$$

Donc, le 1[er] théorème entraînera immédiatement la proposition suivante :

» 2[e] *Théorème.* Soit $f(z)$ une fonction toujours continue de la variable réelle ou imaginaire z. Si cette fonction s'évanouit pour toute valeur infinie de z, elle se réduira toujours à zéro, quel que soit z.

» *Corollaire.* Supposons maintenant que la fonction $f(z)$, toujours continue, et par conséquent toujours finie, cesse de s'évanouir pour des valeurs infinies de z. Alors, si l'on désigne par a une valeur particulière de z, le rapport

$$\frac{f(z) - f(a)}{z - a}$$

sera une autre fonction toujours continue et toujours finie qui s'évanouira pour toute valeur infinie de z. Donc, en vertu du 2[e] théorème, cette autre fonction se réduira simplement à zéro ; de sorte qu'on aura

$$f(z) - f(a) = 0,$$

ou, en d'autres termes,

$$f(z) = f(a) = \text{constante}.$$

Donc, une considération analogue à celle dont je me suis servi dans le Mémoire de 1831 [page 6], c'est-à-dire la considération d'un rapport de la forme

$$\frac{f(z) - f(a)}{z - a},$$

ici substitué à la fonction $f(z)$, suffit pour transformer le 2[e] théorème en une proposition plus générale en apparence, et dont voici l'énoncé :

» 3[e] *Théorème.* Si une fonction $f(z)$ de la variable réelle ou imaginaire z reste toujours continue, et par conséquent toujours finie, elle se réduira simplement à une constante.

» On pourrait encore déduire directement cette dernière proposition du 2[e] théorème du § I[er], ou, ce qui revient au même, de la formule

$$\mathcal{E}\,(f(z)) = 0, \tag{2}$$

qui subsiste dans le cas où, la fonction $f(z)$ conservant toujours une valeur unique et déterminée, le produit

$$zf(z)$$

s'évanouit pour toute valeur infinie de z. En effet, supposons que la fonction $f(z)$ cesse de remplir la dernière condition, mais reste toujours finie. On pourra lui substituer, dans la formule (2), le rapport

$$\frac{f(z)}{(z-x)(z-y)}$$

qui remplira certainement cette dernière condition; et alors la formule (2), réduite à la suivante

$$f(x) = f(y),$$

exprimera simplement que la fonction $f(x)$ devient indépendante de la valeur attribuée à x.

» Ajoutons que le 3e théorème, renfermé, comme on vient de le voir, dans la formule (2), comprend évidemment lui-même, comme cas particulier, le théorème relatif aux fonctions à double période.

» Concevons maintenant que la fonction $f(z)$, toujours continue, et par conséquent toujours finie, pour des valeurs finies de la variable z, devienne infiniment grande pour des valeurs infinies de cette variable, mais de telle manière que le rapport

$$\frac{f(z)}{z^m},$$

dans lequel m désigne un nombre entier donné, s'évanouisse toujours avec $\frac{1}{z}$. Alors, si l'on désigne par $F(z)$ une fonction entière du degré m, on aura, en vertu de la formule (1),

$$(3) \qquad \frac{f(x)}{F(x)} = \mathcal{E} \frac{1}{x-z} \left(\frac{f(z)}{F(z)}\right).$$

Si, pour fixer les idées, on pose

$$F(z) = (z-a)(z-b)\ldots(z-h)(z-k),$$

$a, b, \ldots, h, k$ désignant m valeurs particulières de z; la formule (3) don-

nera

$$(4)\qquad \frac{f(x)}{(x-a)(x-b)\ldots(x-k)} = \mathcal{E}\left(\frac{f(z)}{(z-a)(z-b)\ldots(z-k)}\right)\frac{1}{x-z}.$$

Comme on le voit, cette dernière formule, déjà présentée aux géomètres dans le 1er volume des *Exercices* [page 23], n'est pas seulement applicable au cas spécial que j'ai considéré [*ibidem*], c'est-à-dire au cas où $f(x)$ représente une fonction entière de x. Mais, d'après les principes du calcul des résidus exposés dans le second volume des *Exercices*, ou, ce qui revient au même, en vertu du 1er théorème, il suffit, pour la vérification de la formule (4), que, la fonction $f(z)$ étant toujours finie et toujours continue pour des valeurs finies de z, le rapport $\frac{f(z)}{z^m}$ s'évanouisse avec $\frac{1}{z}$. D'ailleurs la formule (4) pouvant, comme j'en ai fait la remarque dans le 1er volume des *Exercices*, se réduire à la suivante

$$(5)\qquad f(x) = \frac{(x-b)\ldots(x-k)}{(a-b)\ldots(a-k)}f(a) + \ldots + \frac{(x-a)\ldots(x-h)}{(k-a)\ldots(k-h)}f(k),$$

c'est-à-dire à la formule d'interpolation de Lagrange, fournit, en conséquence, pour valeur de $f(x)$, une fonction entière de x du degré $m-1$. On peut donc encore énoncer la proposition suivante :

» 4e *Théorème.* Si une fonction $f(z)$ de la variable réelle ou imaginaire z reste toujours finie et continue pour des valeurs finies de cette variable, et si d'ailleurs le rapport

$$\frac{f(z)}{z^m},$$

dans lequel m désigne un nombre entier donné, s'évanouit pour toute valeur infinie de z, alors $f(z)$ ne pourra être qu'une fonction entière de z du degré $m-1$.

» *Corollaire.* Si la fonction $f(z)$, toujours continue, ne devient jamais infinie, même pour des valeurs infinies de z; on devra supposer évidemment $m=1$. Donc alors $f(z)$ ne pourra être qu'une fonction entière du degré zéro, c'est-à-dire une constante, et l'on se trouvera immédiatement ramené au 3e théorème. »

ENTOMOLOGIE. — *Études anatomiques et physiologiques sur les insectes diptères de la famille des Pupipares; par* M. **Léon Dufour**. (Extrait par l'auteur.)

« La famille curieuse des Pupipares termine l'ordre des Diptères, et se trouve contiguë à celui des Suceurs. Elle renferme en même temps et des insectes ailés, comme l'*Hippobosque,* l'*Ornithomyie,* etc., et des insectes aptères, comme le *Mélophage,* la *Nyctéribie,* etc. Cette diversité dans la composition et la structure extérieures témoigne de cette organisation décroissante qui caractérise l'échelle zoologique et qu'il importe de mettre en relief. Aussi l'étude extérieure et intérieure de ces insectes limitrophes qui forment le chaînon d'une division à une autre est-elle marquée au coin du plus piquant intérêt, et nous permet-elle d'envisager l'entomologie sous un point de vue plus large, plus en harmonie avec les autres branches de la zoologie.

» Nos Pupipares, ou pourvus ou privés d'ailes, ont un genre de vie qui leur est commun; ils sont parasites des animaux vivants, et se nourrissent de leur sang. C'est là déjà un grand trait de ressemblance avec les Suceurs qui leur succèdent dans la série entomologique. Mais un trait vraiment original les distingue de tous les autres insectes; ils ne sont ni ovipares ni vivipares, et ils mettent au monde une chrysalide appelée *pupe* dans les Diptères. On avait présumé théoriquement que les diverses évolutions métamorphosiques propres aux insectes de cet ordre devaient s'opérer dans les entrailles des femelles pupipares, mais les dissections n'ont pas confirmé ces présomptions.

» Réaumur et de Géer ont consacré chacun un de leurs beaux Mémoires à l'illustration de l'Hippobosque, dont j'ai publié l'anatomie il y a vingt ans; et le célèbre Lyonet, dans un livre posthume mis au jour dans ces derniers temps, s'est attaché, avec son habile patience, à décrire, à figurer jusqu'aux moindres détails de la structure extérieure du Mélophage, insecte que j'ai pris pour type principal de mes autopsies actuelles.

» Si nous envisageons la forme et la texture tégumentaires des Pupipares, nous trouverons que les transitions graduelles qu'elles offrent s'accommodent admirablement aux besoins de l'individu et à la conservation de l'espèce. Leur corps aplati, leur peau ferme, coriacée, doublée de puissants muscles et revêtue de poils élastiques, leurs pattes robustes et s'étalant au niveau du tronc, les mettent à même de supporter sans inconvénient les pressions que leurs hôtes inquiets exercent sur eux. L'Hippobosque (*H. equina*) ou la Mouche de cheval, a une ambulation rapide dans tous les sens, dans

toutes les attitudes, et à la faveur de ses ailes il peut déserter le poil ras du cheval pour transférer son habitat sur un autre individu. Le Mélophage (*M. ovinus*) ou le Pou du mouton, privé des organes de locomotion aérienne, marche à pas comptés dans ses exercices funambules au milieu de la toison touffue de la brebis; il est obligé de suivre la fortune de son hôte, et si quelque accident le déloge, sa vie est compromise.

» Exposons rapidement les décadences organiques des parties constitutives de la tête dans les Pupipares. Les antennes, organes qui, dans la généralité des insectes, cumulent peut-être la double fonction de l'odorat et de l'ouïe, sont dans une dégradation évidente et ne consistent qu'en un seul article informe, plus ou moins hérissé, et presque immobile. Les palpes manquent absolument. Le suçoir, au lieu d'être rétractile, bilabié, propre à lécher, est en même temps un instrument vulnérant et une pompe aspirante. La langue, tubuleuse et plus déliée que le plus fin cheveu, est logée dans un fourreau et beaucoup plus longue dans le Mélophage que dans l'Hippobosque. Elle obéit à un os hyoïde, garni de muscles nombreux. Ce dernier parasite avait moins besoin d'un long suçoir, à cause du poil ras du cheval, que le premier, qui se trouve dans la nécessité de faire traverser à son suçoir une fourrure épaisse et encroûtée pour atteindre la peau. L'étude comparative des yeux de ces deux insectes va nous offrir les mêmes conséquences physiologiques. L'Hippobosque, exposé à franchir de grands espaces pour son changement de domicile, devait apercevoir de loin celui-ci; aussi a-t-il des yeux convexes, réticulés, avec des milliers de cristallins, comme ceux des insectes en général. Le Mélophage, au contraire, avec ses habitudes obscures et sédentaires, n'a que des yeux rudimentaires, de niveau avec le tégument, nullement réticulés, ayant à peine une centaine de globes oculaires bien séparés.

» Les balanciers, sortes de baguettes mobiles qui jouent un rôle actif dans le vol des Diptères, existent dans les Pupipares ailés et font défaut dans les aptères, comme on devait s'y attendre; mais, à la place des cuillerons membraneux qui, dans un très-grand nombre de Diptères, abritent ces balanciers, il n'y a dans l'Hippobosque qu'une saillie métathoracique ciliée, et dans l'Ornithomye (*O. viridis*), il n'en existe aucun vestige. C'est encore là un trait de décadence organique. Nous allons voir un de ces derniers bien piquant dans l'étude de l'abdomen. Celui-ci, exposé lors de la gestation à une si grande ampleur, n'a pas de segmentation, et c'est là un des traits originaux de nos Pupipares; mais, ici comme ailleurs, la nature ne passe pas brusquement d'une forme à une autre, et elle imprime souvent sur le présent

l'indice permanent ou fugitif du passé. Ainsi, à la base dorsale de l'abdomen, il y a dans l'Hippobosque une crête tégumentaire transversale assez dure pour arrêter le scalpel, et dans le Mélophage deux plaques cornées. Ce sont là des vertiges de segment. A la région inférieure ou ventrale, il y a dans le parasite aptère une pièce basilaire bilobée qui n'avait pas échappé à Lyonet, et qui est aussi une trace de segment, tandis qu'à la ligne médiane de cette même région, on voit dans l'Hippobosque une série de petites plaques qui sont les débris survivants d'une segmentation effacée. Je terminerai cet aperçu sur les créations échelonnées, par un fait des plus curieux. Après un accouchement récent, ou par l'effet d'une diète prolongée, l'abdomen de l'Hippobosque se flétrit, se ride, et ces plissures transversales affectent un ordre régulier; elles sont la signification d'un ventre annelé. Et, ce qui est confirmatif de ce dernier trait, c'est que justement à chacun de ces plis correspond une paire de stigmates, comme dans les abdomens à véritables segments. Ces plis sont donc les signes passagers et fugitifs, un héritage illusoire d'une segmentation déchue.

» Après ces considérations sur la structure extérieure, viennent celles relatives aux organes intérieurs, aux grands appareils de la vie.

» § I[er]. — La respiration s'exerce, comme dans les insectes en général, par des stigmates et des trachées, mais avec des modifications propres à ces organismes spéciaux.

» 1°. Les stigmates présentent pour leur nombre de singulières différences, suivant les genres ailés ou aptères. Le Mélophage a neuf paires de ces ostioles respiratoires, l'Hippobosque et l'Ornithomyie n'en ont que six. Le premier a deux paires de stigmates thoraciques, l'une méso-prothoracique, l'autre métathoracique; il n'y a dans les deux autres genres que la première paire. Dans le Mélophage, ces stigmates sont orbiculaires, enchatonnés au niveau du tégument, avec un diaphragme membraneux glabre et une ouverture centrale arrondie; le fond a une rangée circulaire de paillettes élastiques, fixées au pourtour du péritrème. Modérément contractées, ces paillettes laissent au milieu une sorte de pupille ronde pour l'inhalation de l'air; dans leur plus grande extension, elles se croisent par leurs pointes effilées pour l'occlusion de cet organe, et alors il existe un trait linéaire. Les stigmates thoraciques de l'Hippobosque sont ovales, et leur ouverture est linéaire suivant le grand diamètre; le diaphragme est une membrane pubescente. Le bord interne du péritrème a des cils courts.

» Pourquoi l'Hippobosque qui, par l'existence des ailes, a une supériorité d'organisation sur le Mélophage, n'a-t-il que deux stigmates thoraciques

quand ce dernier en a quatre, et lorsque la somme de respiration calculée sur le nombre et le calibre des trachées est la même dans ces deux parasites? Nous en trouverons peut-être la solution dans leur genre de vie respectif. L'Hippobosque parasite d'un quadrupède à poil ras, mais non parasite à demeure, puisqu'il peut s'envoler d'un cheval à un autre, a ses deux stigmates en contact direct et incessant avec l'atmosphère, en sorte qu'il peut quand il le veut y puiser largement et avec facilité tout l'air nécessaire à la fonction respiratoire. Le Mélophage, au contraire, privé d'ailes, condamné à ramper péniblement au milieu d'un buisson laineux plus ou moins obstrué de saletés, où l'air a de la peine à se filtrer, était dans l'impérieuse nécessité de saisir toutes les occasions de humer à la dérobée le peu d'air qui se trouvait à sa portée. Ses quatre ostioles respiratoires lui devenaient indispensables. C'est donc l'opportunité de l'inhalation de l'air qui semble avoir décidé du nombre des stigmates thoraciques dans les deux Pupipares dont j'ai esquissé le parallèle. La même raison physiologique s'applique aux stigmates abdominaux, dont il y a sept paires dans le Mélophage et cinq seulement dans l'Hippobosque. Ces orifices respiratoires, d'une petitesse extrême, de la forme d'un pessaire rond, n'ont pas de diaphragme membraneux, et offrent à leur fond quelques cils propres à tamiser l'air.

» 2°. Les trachées sont toutes de l'ordre des tubuleuses ou élastiques dans l'abdomen, et n'offrent dans leur distribution rien qui ne se trouve dans les insectes en général. Un grand canal latéral, où s'abouchent les souches des stigmates, émet les innombrables trachées nutritives, qui vont répandre dans tous les tissus le bénéfice chimique de la respiration. Le thorax, centre des grandes puissances musculaires, offre, dans le parasite aptère comme dans le parasite ailé, un pareil nombre de trachées membraneuses ou utriculaires indépendamment des tubuleuses. Ce fait très-positif ne laisse pas que d'être, au premier aspect, d'une solution physiologique embarrassante. On comprend que dans l'espèce ailée, ces utricules peuvent, par leur gonflement, diminuer la pesanteur spécifique pour faciliter le vol. Il doit en être autrement dans l'insecte aptère. Dans ce cas, les utricules font simplement l'office de réservoirs où l'air s'emmagasine lorsque l'occasion de le humer se présente. Dans la tête, de semblables utricules enveloppent le cerveau, et lui servent comme de coussins qui le protégent contre les ébranlements produits par les mouvements successifs.

» § II. — L'appareil sensitif a pour centres principaux le cerveau et un ganglion rachidien unique.

» Le cerveau, siége des fonctions sensoriales, a de grands rapports de

forme et de composition avec celui des animaux supérieurs; hermétiquement enfermé dans une boîte cranienne tégumentaire, il se divise en deux hémisphères qui, affranchis de leur enveloppe, semblent se grandir et deviennent sphéroïdaux pour se prolonger sur les côtés en un gros nerf optique renflé en globe et terminé par une rétine enduite de son pigmentum. Ces hémisphères sont confluents par leur région inférieure, qui est perforée pour le collier œsophagien. La pulpe cérébrale a une certaine élasticité que modèrent ou qu'activent les trachées et les bulles aériennes, suivant qu'elles admettent une plus ou moins grande quantité d'air. En avant, le cerveau émet les nerfs antennaires et buccaux; en arrière il se continue en la moelle allongée, origine du cordon rachidien. Celui-ci, au lieu d'être double, ainsi que dans le plus grand nombre des insectes, est simple et unique comme dans tous les Diptères. Dans son court trajet il fournit deux très-petites paires de nerfs.

» Le ganglion thoracique grand, rond, lenticulaire, émet dans son pourtour de puissants nerfs symétriques qui font irradier partout, auprès et au loin, la sensibilité et l'excitation. Des côtés naissent trois paires de nerfs cruraux, et du bord postérieur deux paires génitales et digestives. En explorant la disposition des origines des nerfs ganglionnaires, j'ai constaté un fait curieux et intéressant qui vraisemblablement trouvera son application à la généralité des insectes. J'ai reconnu que ces nerfs naissent sur deux plans différents, l'un supérieur, l'autre inférieur. N'est-il pas présumable qu'ici comme dans les nerfs rachidiens de l'homme, les nerfs d'un de ces plans, d'une de ces tables du ganglion, président au mouvement, et ceux de l'autre au sentiment? Cette observation viendrait à l'appui des savantes recherches de M. Newport sur les diverses séries des fibres nerveuses dans les insectes. J'ai trouvé dans l'Hippobosque une portion du système nerveux stomato-gastrique de Brandt. Elle consiste en deux nerfs parallèles qui de la tête se portent au milieu de la partie thoracique du ventricule chylifique.

» § III. — L'appareil digestif de nos Pupipares se compose, comme celui de la plupart des Diptères, du suçoir dont j'ai déjà parlé, des glandes salivaires, du canal digestif, des vaisseaux hépatiques et du tissu adipeux splanchnique.

» 1°. Les glandes salivaires ont une composition parfaite comme appareil de sécrétion, et une structure aussi curieuse qu'élégante. L'organe sécréteur est situé à la base de la cavité abdominale. Il consiste, dans le Mélophage, en un globule cristallin, et dans l'Hippobosque et dans l'Ornithomyie, en un boyau plus ou moins flexueux. Il communique directement, par un col efférent capillaire, à un réservoir placé au milieu du thorax, orbiculaire et déprimé dans le Mélophage et l'Ornithomyie, ovoïde et peut-être plus membraneux

dans l'Hippobosque. De ce réservoir part un canal excréteur plus long et moins capillaire que le col, et flexueux. Ce canal s'unit dans la tête à son congénère, pour former un canal commun fort court qui verse la salive dans la bouche.

» 2°. Le canal digestif a une longueur proportionnelle de beaucoup supérieure à celle des Diptères en général, et même des grands animaux, puisqu'elle excède de huit à neuf fois celle de son corps. C'est un fait bien remarquable, que l'étendue de ce canal soit d'autant plus considérable que les insectes sont placés plus bas dans l'échelle diptérologique. Cette longueur, ainsi que les circonvolutions et la texture presque membraneuse, semblent suppléer à l'absence de grandes dilatations et au défaut de parois musculaires énergiques. Les Pupipares n'offrent aucune trace de la panse pédicellée qui existe dans tous les Diptères; l'œsophage est excessivement court; le ventricule chylifique débute par un renflement brusque, qui serait plutôt un jabot qu'un gésier. A son entrée dans la cavité abdominale, il présente quelques boursouflures plus ou moins gorgées de sang, puis il s'enroule en plusieurs circonvolutions. Il est séparé de l'intestin par une valvule comparable à l'iliocœcale des grands animaux. L'intestin se renfle, à son origine, en un godet assez gros, puis il s'atténue pour s'aboucher à un rectum ovale ou globuleux, suivant qu'il est plus ou moins rempli par une bouillie blanche ou cannelle. Ce rectum offre extérieurement deux paires de boutons charnus : j'ai désigné, provisoirement, sous cette dénomination, des corps particuliers qui existent dans la plupart des Diptères, ainsi que dans d'autres insectes, et dont jusqu'ici on n'avait fait bien connaître ni la structure ni les fonctions. Ces boutons, au centre desquels pénètre un faisceau trachéen qui en indique l'importance, ne sont que la base extérieure de muscles papilliformes conoïdes, faisant par leur bout libre une saillie dans la cavité du rectum. Ces singulières papilles pendantes sont hérissées d'aspérités spinuleuses dans le Mélophage, et glabres dans l'Hippobosque. Je les crois destinées à agiter, à balayer la pulpe excrémentitielle pour la défécation.

» 3°. Les vaisseaux hépathiques, au nombre de quatre, à bouts flottants, comme dans les Diptères en général, ont leurs insertions isolées autour de la terminaison du ventricule chylifique. Leur bile, au lieu d'être jaune ou violacée, est ou limpide ou blanche, comme une solution d'amidon.

» 4°. Le tissu adipeux splanchnique est peu abondant : il prend au-dessous des viscères la forme de lambeaux membraneux, mais on en rencontre dans le thorax et l'abdomen en granules sphériques, tantôt enfilés en séries moniliformes, tantôt disposés en ramifications par les trachées qui les unissent.

» § IV. — L'appareil génital des Pupipares se prête, comme celui des autres animaux, à une exposition particulière pour chaque sexe.

» 1°. Le mâle a des testicules, des conduits déférents, des vésicules séminales, un canal éjaculateur, et une armure copulatrice avec la verge.

» Les testicules ont un développement considérable. Chacun d'eux est une agglomération, ou distincte ou confuse, des innombrables circonvolutions d'un vaisseau *spermifique* filiforme, d'une couleur rouillée ou chocolat, ayant, quand il est déroulé, quatre ou cinq fois la longueur du corps de l'insecte. Il n'est pas rare que les deux organes soient confondus en une seule masse informe. Je ne connais dans tout l'ordre des Diptères, des testicules de cette structure et de cette dimension, que dans les Asiliques, insectes chasseurs et carnassiers, d'une organisation très-avancée, et parmi les Coléoptères, dans les Carabiques, pareillement carnassiers.

» Les conduits déférents ne sont, dans l'Hippobosque et le Mélophage, qu'une courte portion exserte du vaisseau spermifique. Ils sont incolores et boursouflés dans l'Ornithomyie.

» Les deux premiers de ces Pupipares ont deux paires de vésicules séminales longues, filiformes, confluentes en arrière en un col pour chaque paire. Il n'y en a qu'une dans l'Ornithomyie, mais elle offre un vestige intéressant, une sorte de cul-de-sac qui est le rudiment de la paire qui manque.

» Le canal éjaculateur, ou le tronc de tout l'appareil, est moins long que les vésicules, filiforme, bulbeux à son origine.

» Un forceps composé de deux lames droites cornées, allongées, fixées à une pièce basilaire courte, constitue l'armure copulatrice. Le fourreau de la verge est submembraneux, avec des baguettes latérales coriacées.

» 2°. L'étude de l'appareil génital femelle des Pupipares est féconde en faits curieux et en considérations d'un intérêt neuf. Je ne connais aucun insecte qui, sous ce rapport, présente des rapprochements plus piquants avec les grands animaux. On y distingue les ovaires avec l'oviducte, la matrice avec le fœtus, le produit de la parturition ou la pupe; enfin, la *glande sébifique* avec le *réservoir du sperme*.

» A. Les ovaires, au lieu d'offrir, comme dans les insectes en général, un plus ou moins grand nombre de gaînes ovigères, uni- ou pluriloculaires, ne consistent ici qu'en deux bourses simples ovalaires monospermes, dont l'une est toujours plus petite que l'autre. Cette inégalité de grandeur tient à ce qu'ils ne sont pas simultanément fécondés, et le développement excessif du fœtus ne permettait pas qu'il en fût autrement. Ces organes s'atténuent en arrière en un col, et s'abouchent à l'oviducte. Ils renferment une pulpe ho-

mogène qui ne revêt jamais les caractères d'un véritable œuf, à forme bien déterminée, vivant d'une vie propre et végétative, et s'énucléant de son locule pour tomber dans le calice, et de là dans l'oviducte. Telle n'est pas la condition du corps renfermé dans l'ovaire. Après l'éveil copulateur, le fluide ovarien, plus abondant, devient plus blanc en se vitalisant. Plus tard cette pulpe est circonscrite par une membrane embryonnaire; mais cet embryon n'est pas, je le répète, un œuf. Lorsqu'il a acquis le développement qui doit lui faire franchir l'oviducte pour aller subir son incubation dans la matrice, il offre déjà quelques traits ébauchés du fœtus. Du reste, cet embryon, loin de se détacher comme un œuf, entraîne, lors de son expulsion de l'ovaire, un cordon ombilical qui le lie anatomiquement et physiologiquement au corps de la mère, et qui le suit même jusque dans la première période de son séjour intra-utérin. C'est là un trait d'embryogénie qu'on ne rencontre dans aucun autre insecte.

» B. La matrice offre par sa position, sa forme, ses connexions et ses fonctions, une remarquable et singulière ressemblance avec celle des animaux les plus élevés, et même avec celle de la femme. C'est un organe creux, à parois fibro-musculaires, très-expansible, destiné à la gestation d'un fœtus qui y prend des dimensions énormes. Il est ovalaire, confrontant en avant à l'oviducte, et en arrière à la vulve sur laquelle il est sessile. Ses parois n'ont avec le fœtus que des rapports de contiguïté; mais celui-ci, comme je l'ai dejà dit, a, dans les premiers temps de son incarcération utérine, une communauté d'existence avec la mère, au moyen du cordon ombilical. En approchant du terme de son développement utérin, son existence greffée cesse par la rupture ou le décollement du cordon, et il prend une vie individuelle. Avant d'effectuer son isolement, le fœtus acquiert, par un emprunt fait à sa mère, les conditions nécessaires au maintien et aux progrès de sa vie indépendante. Une ébauche de système trachéen s'improvise et reçoit l'air de deux stigmates microscopiques ouverts vis-à-vis la vulve maternelle. Jusque-là, le fœtus n'est encore qu'un sac rempli d'une pulpe homogène, où les créations organogéniques sont insaisissables, et on reconnaît à la région dorsale de celui du Mélophage deux séries longitudinales parallèles et symétriques de sept petits points déprimés, dont je parlerai bientôt.

» La vulve et l'anus du Mélophage s'ouvrent dans un vestibule commun fermé par deux valves subcoriacées et velues. Cette vulve est inférieure; aussi le mâle est-il obligé, pour l'introduction du forceps copulateur, d'incliner le bout de l'abdomen en bas d'arrière en avant, et de tenir une posture difficile.

» C. Quand le fœtus est à terme, il sollicite les contrations de l'utérus, et l'accouchement a lieu. Le produit de la parturition est la pupe, synonyme de

chrysalide. Cette pupe est le berceau de la nymphe. Elle naît blanche comme l'ivoire, avec deux plaques brunes au bout postérieur, et quelques heures après elle devient noire comme de l'ébène dans l'Hippobosque, et de couleur marron dans le Mélophage. Celle du premier de ces Pupipares a été décrite dès longtemps par Réaumur et de Géer, mais celle du second n'était pas connue et méritait de l'être. Elle est ovalaire, déprimée. Son bout antérieur a une petite crête où se fixait le cordon ombilical. Après peu de jours, les deux plaques du bout postérieur tombent et laissent deux ouvertures béantes. Pour expliquer le but physiologique de la chute de ces plaques, il est nécessaire d'esquisser rapidement quelques périodes d'organogénie.

» Nous avons vu que pendant son existence intra-utérine, le fœtus n'offrait intérieurement qu'une pulpe homogène, et que dans les derniers temps il avait acquis quelques trachées qui s'alimentaient par deux stigmates ponctiformes, et cette ébauche de respiration suffisait alors. Peu de jours après la naissance de la pupe, la bouillie pulpeuse devient granuleuse, puis les granules se rapprochent, se groupent en vertu d'une loi d'affinité vitale qui préside à l'organogénie. Bientôt, au milieu de ce chaos, on démêle une bourre ou espèce de trame fibrilleuse où s'entrevoient quelques traits de la nymphe, des noyaux d'organes, des linéaments de membres, une enveloppe nymphale qui est un véritable amnios. Mais dans cette période de constructions organiques le besoin d'une circulation aérifère est impérieux et les stigmates ponctiformes sont insuffisants. Une loupe attentive assiste en quelque sorte à l'éclosion de dix-huit stigmates sur les téguments de la nymphe; celle-ci revêt la forme emmaillottée de l'insecte parfait, et ses langes deviendraient alors son linceul si la sollicitude conservatrice n'avait pas tout disposé de longue main pour prévenir une asphyxie mortelle. Les plaques dont j'ai parlé ne sont pas de simples taches, un vain ornement; elles ont une destination physiologique incomprise jusqu'à ce jour. Ce sont des volets enchâssés qui quittent leur rainure pour laisser ouvertes des fenêtres qui donnent un libre et large accès à l'air atmosphérique pour alimenter les dix-huit ostioles respiratoires dont j'ai parlé.

» Les deux séries de points ombiliqués de la région dorsale de la pupe du Mélophage, mentionnées plus haut à l'article du fœtus, sont, d'après moi, les points d'insertion de muscles intérieurs, et ont de l'analogie avec ceux de plusieurs araignées glabres.

» L'éclosion du Mélophage se fait par un mécanisme curieux qui a été peu étudié. Le bout antérieur de la pupe a une suture annulaire qui se dessoude à la naissance de l'insecte. Mais cette dessoudure n'a pas lieu par un ressort

spontané. Le front du Mélophage en voie de naissance se gonfle et forme une boursouflure, une sorte d'emphysème qui pousse contre le bout de la pupe, pour en faire détacher une calotte. Une boursouflure semblable s'observe à la région anale, et son effort propulsif se combine avec celle du front pour compléter l'éclosion de l'insecte.

» En résumant, au point de l'embryogénie, ce que je viens d'exposer sur l'appareil génital femelle des insectes de la famille qui termine l'ordre des Diptères, nous voyons bien qu'ils sont Pupipares; mais, suivant l'acception accréditée, l'existence d'une pupe suppose la précédence d'une larve, car c'est la peau de celle-ci qui se durcit et se brunit pour former la coque de la nymphe; or, des dissections multipliées à l'infini ont prouvé qu'à aucune époque de la vie intra ou extra-utérine, on ne rencontrait ni larve ni œuf. La pupe existe donc *a conceptu,* et ce fait, que personne n'avait exprimé, constitue la singulière anomalie de la génération des Pupipares.

» D. J'avais jusqu'à ce jour désigné sous le nom collectif d'*appareil sébifique* un ensemble d'organes inséré sur l'oviducte, appelé par M. Loew, *appendices de l'oviducte,* et où je reconnais aujourd'hui une glande sébifique et un réservoir du sperme.

» La glande sébifique (vaisseaux du mucus de Von Siebold) consiste dans nos Pupipares, pour chaque côté, en un arbuscule à tronc simple, à cime très-rameuse, formant une houppe blanchâtre déjetée en arrière. Les troncs s'insèrent sur la région dorsale de l'oviducte près de l'origine de celui-ci. Dans le Mélophage ils s'atténuent en arrière et m'ont paru s'implanter isolément, tandis que dans l'Hippobosque ils confluent avant leur insertion en un col commun fort court. Une tunique externe pellucide, contractile, et un axe tubuleux formé de cerceaux annulaires élastiques, constituent la structure intime de ces troncs. Les rameaux et ramuscules de la cime ont une texture différente. Leur tunique externe n'est pas plissée, festonnée, contractile, et le tube axal, extrêmement fin, est dépourvu de cerceaux. Tels sont les traits anatomiques de cette glande. La houppe des rameaux, plongée dans la cavité splanchnique, y puise, par absorption ou inhalation, les éléments de la sécrétion qu'elle élabore, et les troncs qui s'ouvrent dans l'oviducte en sont les canaux excréteurs. A quoi sert l'humeur sécrétée par cet organe si élégamment compliqué? Dans les insectes ovipares, les œufs, en s'engageant dans l'oviducte pour être pondus, reçoivent au passage l'ablution sébacée qui devient pour eux une sorte de vernis préservatif. Mais dans les Pupipares, qui à aucune époque de la gestation n'ont des œufs, cette glande ne saurait avoir cette destination. Est-ce que l'embryon, en descendant de l'ovaire dans la matrice, aurait nécessité de cette onction sébacée, soit pour le fœtus pen-

dant son existence utérine, soit pour la pupe après l'accouchement?

» Le réservoir du sperme, ou *receptaculum seminis* de Von Siebold, s'insère tout près et un peu en avant de la glande sébifique. Dans le Mélophage, ce sont deux bourses simples, oblongues, atténuées en arrière en un col commun court. La tunique externe est plus ou moins lobulée, ce qui annonce sa texture contractile, et il y a un axe tubuleux simple ou sans stries transversales. La configuration de ce réservoir est totalement différente dans l'Hippobosque. C'est une double bourse rameuse, un filet capillaire avec un petit nombre de branches simples, courtes et inégales. Nulle trace ni d'axe tubuleux, ni de lobules à la tunique externe. Il est plus ou moins farci de granules ovalaires incohérents qui ne sont peut-être que des spermatozoïdes.

» Ce réservoir séminal s'observe dans les insectes en général. Il aurait pour mission physiologique de donner le baptême fécondateur aux œufs à terme qui, des ovaires, se rendent à l'oviducte pour être tout aussitôt pondus. Et dans les Pupipares, ce serait l'embryon qui, en descendant de l'ovaire dans la matrice, recevrait ce baptême. »

MÉMOIRES LUS.

EMBRYOGÉNIE. — *Recherches sur l'évolution embryonnaire des animaux; par* MM. **A. Baudrimont** *et* **Martin-Saint-Ange**. Deuxième Mémoire. (Extrait par les auteurs.)

(Commission précédemment nommée.)

« Les phénomènes de l'évolution embryonnaire des animaux sont nombreux et variés. Non-seulement ils comprennent la série des modifications organiques, depuis le moment de la fécondation, pris comme point de départ, jusqu'au développement complet de l'embryon; mais ils comprennent encore toutes les réactions chimiques qui accompagnent ces modifications. Tous ces phénomènes sont si étroitement enchaînés, leur mutualité est telle, que nous avons cru devoir les embrasser dans leur ensemble, pensant que cette méthode était la seule qui pût nous permettre de surprendre quelques-uns des secrets de cette mystérieuse transformation. Pour procéder avec ordre à l'étude d'un aussi vaste problème, il doit paraître convenable de déterminer les éléments qui sont la base des recherches qui s'y rattachent, c'est-à-dire d'étudier avec soin l'anatomie la plus intime de l'œuf, et de déterminer, autant que possible, les fonctions de chacune de ses parties constituantes. Ayant procédé à cette étude préliminaire, il devient plus facile de rechercher les modifications organiques et chimiques de l'évolution embryonnaire. Tous ces points ont attiré notre attention. Déjà, en décembre dernier, nous avons lu,

devant l'Académie des Sciences, des recherches par lesquelles nous avons démontré que, pendant l'évolution organique, les *œufs aériens* émettent du gaz carbonique et de la vapeur d'eau, et, en outre, absorbent de l'oxygène. L'émission de l'eau et celle du gaz carbonique ont été démontrées directement; l'absorption du gaz oxygène ne l'a été que par une déduction du résultat de nos expériences Le présent Mémoire a principalement pour but de compléter nos premières observations, de démontrer directement l'absorption de l'oxygène, et surtout de rechercher si l'azote joue un rôle dans tous ces phénomènes.

» Bientôt nous publierons de nouvelles recherches sur l'anatomie intime de l'œuf et sur les fonctions de ses diverses parties. Cette publication sera suivie de celle des observations que nous avons faites sur l'évolution organique.

» Les expériences dont il est question dans le Mémoire dont nous donnons ici l'extrait ont été faites sur les œufs de la poule ordinaire, sur ceux de la dinde, sur ceux de la couleuvre à collier, sur ceux du lézard gris, sur ceux de l'*Helix hortensis* et sur ceux de plusieurs espèces de Batraciens. Toutes nos observations ont confirmé celles que nous avions faites antérieurement; il est aujourd'hui démontré, pour toutes les sortes d'œufs sur lesquels nous avons opéré, qu'ils respirent, aussi bien que les animaux adultes, pendant l'évolution embryonnaire.

» Pour juger le rôle exact de l'oxygène et de l'azote, nous avons opéré de deux manières différentes; mais, quel que soit le mode employé, les œufs ont été soumis à l'incubation dans un volume d'air déterminé aussi exactement que possible, en tenant compte de toutes les circonstances convenables. Par le premier mode, qui est le plus simple, mais le moins complet et le moins rigoureux, les éléments de l'expérience étaient : la variation du poids des œufs, celle du volume de l'air; l'analyse de cet air, qui donnait les volumes relatifs et absolus de l'acide carbonique, de l'oxygène et de l'azote. En opérant par le second mode, les éléments de l'expérience étaient comme précédemment : la variation du poids des œufs, celle du volume de l'air; l'analyse de l'air, qui donnait le volume de l'oxygène et celui de l'azote; mais l'acide carbonique était dosé à l'aide de la balance, et, de plus, l'eau exhalée par les œufs était recueillie et dosée de la même manière. Ce dernier mode a l'avantage de donner directement tous les éléments du problème; mais il exige un appareil si compliqué, que nous lui avons préféré le premier mode lorsqu'il s'est agi de juger le rôle réel de l'azote.

» Dans tous les cas, les œufs étaient placés sous une cloche semblable à celle qui nous a servi l'an dernier pour faire les expériences avec les appareils à courant continu. Cette cloche était elle-même placée dans une étuve à triple

enceinte et à double courant, percée sur les côtés pour laisser passer deux tubes communiquant avec l'intérieur de la cloche. Au-dessous des œufs était un vase rempli de sel marin en gros grains, fortement desséché. Ce sel a l'avantage, pour ces sortes d'expériences, de ne point absorber l'humidité avec trop d'avidité, et même d'en laisser toujours une certaine quantité dans l'air; condition indispensable pour ne point tuer les animaux embryonnaires dans un temps trop court. A côté du sel marin se trouvait un thermomètre.

» D'abord nous avons scellé la cloche sur une lame de verre avec du caoutchouc fondu, mais nous étant aperçu que ce corps jouissait de la propriété d'absorber le gaz oxygène, sans toutefois émettre de gaz carbonique d'une manière sensible, nous l'avons remplacé par un mastic formé de parties égales de cire et de colophane fondues ensemble. Ce mastic restant solide à la température de l'étuve, nous avions beaucoup de chances pour qu'il n'absorbât pas d'oxygène d'une manière appréciable.

» En opérant par le premier mode, des tubes, venant de la cloche aux œufs, communiquaient directement avec d'autres tubes qui, traversant des vases à eau, se relevaient verticalement sous des gazomètres et dépassaient le niveau du liquide. Les deux gazomètres étaient suspendus aux deux extrémités d'une même corde qui, passant sur deux poulies, rendait leurs mouvements dépendants l'un de l'autre, de telle manière que, quand l'un d'eux montait, l'autre descendait. L'appareil portant les poulies pouvait être haussé et baissé, afin de faire varier la pression à volonté. La disposition de ces gazomètres était telle, qu'en les faisant monter et descendre on déterminait un courant d'air dans tout l'appareil; cela permettait de renouveler l'air, de l'agiter et d'en opérer le mélange.

» Entre les gazomètres et l'étuve nous avons quelquefois placé de grandes éprouvettes remplies de chlorure calcique poreux pour dessécher l'air plus que ne pouvait le faire le sel marin.

» Pour opérer par le deuxième mode, on interposait de chaque côté de l'appareil, et entre l'étuve et les gazomètres, une série de tubes collecteurs propres à condenser l'eau et le gaz carbonique.

» A l'aide des appareils qui viennent d'être décrits, nous avons opéré un grand nombre de fois sur des œufs de poule, une fois sur des œufs de dinde, et une fois sur les œufs de la couleuvre à collier.

» Voici, en quelques mots, les résultats de nos observations :

» 1°. Le volume de l'air a diminué dans toutes les expériences;

» 2°. Le volume du gaz carbonique produit, ajouté à celui du gaz oxygène resté libre dans l'appareil, n'a jamais représenté le volume total de l'oxygène avant l'expérience;

» 3°. Le volume de l'azote, à la fin de l'expérience, a toujours été plus grand qu'au commencement;

» 4°. Le volume de l'azote exhalé a toujours été plus faible que celui de l'oxygène disparu; circonstance qui explique la diminution de volume, car il est évident que cette diminution a dû être égale à la différence du volume de l'oxygène absorbé au volume de l'azote exhalé.

» Les œufs de la couleuvre à collier, ceux du lézard gris et ceux de l'*Helix hortensis*, ont été soumis à un courant d'air privé de gaz carbonique, et cependant ils ont donné des quantités très-notables de ce gaz qui a été recueilli dans un condenseur de Liebig, rempli d'eau de baryte.

» Ainsi pour ces derniers œufs, comme pour ceux des oiseaux, il est démontré qu'il s'établit une véritable respiration pendant l'évolution organique; car il est bien entendu que nous n'avons opéré que sur des œufs fécondés, et la formation du gaz carbonique nous permet d'admettre que ce phénomène est accompagné d'une absorption d'oxygène et d'une émission d'azote, comme nous l'avons observé en faisant les expériences précédentes.

» Les œufs des Batraciens, subissant leur évolution embryonnaire dans l'eau, n'ont pu être soumis aux mêmes modes d'expérimentation que les *œufs aériens*, parce que la solubilité du gaz carbonique dans l'eau ne nous aurait pas permis de l'obtenir sous forme de courant, ni de le recueillir dans des gazomètres. Nous nous sommes bornés à constater, avec beaucoup de soin, si l'oxygène était indispensable à ces œufs comme à tous les autres œufs sur lesquels nous avions expérimenté. Les expériences que nous avons tentées à cet égard se rapportent à deux séries principales : dans la première, nous avons recherché l'influence de l'oxygène sur les œufs des Batraciens ou sur de très-jeunes têtards; dans la seconde, nous les avons soumis à l'influence de divers gaz. Ces deux modes d'expérimentation ont donné des résultats conformes à ceux obtenus en opérant sur les œufs des autres animaux.

» Pour soumettre les œufs des Batraciens à l'influence des gaz, ils ont été introduits avec de l'eau dans des flacons à deux tubulures. La tubulure moyenne des flacons recevait un tube droit, rétréci à son extrémité inférieure qui plongeait dans le liquide, et soudé à un tube plus large à sa partie supérieure. Cette partie du tube pouvait recevoir un bouchon conique traversé par un tube afférent qui dirigeait le gaz jusque dans le flacon. Ce tube sert encore, à la fin de l'expérience, pour introduire de l'eau dans le flacon, afin d'en faire sortir le gaz qu'il renferme. La deuxième tubulure recevait un tube propre à recueillir les gaz. En enfonçant jusque dans l'eau la branche de ce tube qui traverse le bouchon, l'appareil était fermé. Au contraire, pour extraire le gaz de l'appareil, il fallait soulever ce dernier tube.

» Voici le résumé des expériences faites sur les embryons des Batraciens. Des œufs de Batraciens ont été plongés dans de l'eau distillée privée d'air par l'ébullition et renfermés dans des vases bien bouchés; les têtards qu'ils contenaient n'ont jamais vécu plus de trois jours, en opérant dans l'obscurité, ou à la lumière diffuse, ou à la lumière solaire.

» Des œufs de têtards, plongés dans de l'eau de Seine aérée, mais renfermés dans des flacons bien bouchés, ont quelquefois donné naissance à des têtards qui ont vécu jusqu'à seize jours, mais jamais au delà.

» Des œufs de Batraciens placés dans de l'eau de Seine communiquant librement avec l'air, ont vécu pendant vingt et un jours. A cette époque ils étaient très-agiles et auraient pu vivre encore fort longtemps si on ne les avait pas employés à faire d'autres expériences.

» Des œufs de Batraciens ont été plongés dans de l'eau chargée de gaz carbonique; les embryons qu'ils renfermaient ont péri en peu de temps.

» Le gaz hydrogène engourdit immédiatement les jeunes Batraciens et les tue en une heure.

» Le gaz protoxyde d'azote paraît enivrer les jeunes têtards de grenouilles et les tue également en une heure.

» Les expériences faites sur les Batraciens démontrent l'indispensable nécessité de la présence de l'oxygène pour que l'évolution embryonnaire de ces animaux ait lieu. Des gaz à peine délétères, comme le carbonique et l'hydrogène, tuent rapidement les embryons de ces animaux. Cela ne peut surprendre, si l'on songe que la circulation est déjà parfaitement établie chez le têtard pendant qu'il est encore enfermé dans l'œuf, et qu'on l'observe nettement dans les branchies rudimentaires dont il est pourvu à cette époque. La présence de ces organes respiratoires se trouvant étroitement liée avec la circulation, il est évident que celle-ci a principalement lieu sous l'influence de la respiration branchiale et qu'elle cesse aussitôt que cette dernière n'est plus alimentée par l'oxygène. Quelques objections, tirées d'observations faites sur la circulation fœtale des mammifères, pourraient être posées à cet égard, mais elles ont été prévues et seront levées dans le Mémoire qui fera suite à celui-ci.

Conclusions.

» Il résulte de l'ensemble des faits consignés dans le Mémoire que nous avons l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie :

» 1°. Que l'oxygène est absolument indispensable à l'évolution embryonnaire des animaux ;

» 2°. Que, pendant l'évolution embryonnaire, les œufs des ovipares sont

soumis à une véritable respiration, comme les animaux adultes; que cette respiration est caractérisée par une exhalation de gaz carbonique, de gaz azote, de vapeur d'eau, et par une absorption d'oxygène.

» Ces résultats conduisent à des applications dont nous ferons le sujet d'un Mémoire que nous publierons très-prochainement.

» Quoique nos expériences établissent d'une manière indubitable les faits que nous venons de résumer, elles ne nous satisfont point complétement : il nous semble que, la transformation organique qui a lieu dans des œufs d'une nature déterminée se faisant toujours dans les mêmes conditions d'alimentation, d'aération et de température, les produits absorbés et exhalés pendant une phase déterminée de l'évolution embryonnaire devraient toujours être les mêmes, non-seulement en nature, comme nous l'avons établi, mais encore au point de vue de leurs proportions pondérales. Nous dirons plus, il nous semble encore, par des raisons que nous développerons dans un Mémoire qui fera suite à celui-ci, que les quantités pondérales des produits exhalés et absorbés, réduites en équivalents, doivent présenter des rapports simples, tels que ceux que l'on obtient en faisant une analyse organique; car, en réalité, il s'agit de la combustion totale ou partielle des éléments des substances déterminées : aussi nous proposons-nous de reprendre nos expériences, et de les diriger vers ce but, au commencement de la saison prochaine. Si nous n'avons pas fait davantage, c'est que cela nous a été matériellement impossible. Ceux qui ont eu l'occasion de se livrer à de longues recherches sauront apprécier les difficultés qu'il nous a fallu surmonter, et combien il nous a fallu de persévérance, nous pouvons même dire d'abnégation, pour consacrer un temps si considérable à des recherches quelquefois très-pénibles. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIRURGIE. — *Recherches sur les blessures des vaisseaux sanguins; par* M. Amussat. (Deuxième partie.)

(Commission précédemment nommée.)

« D'après les faits que je viens d'exposer, dit l'auteur en terminant son Mémoire, je crois pouvoir déduire les conclusions suivantes :

» 1°. Lorsque les deux artères carotides sont coupées en même temps dans une grande plaie transversale du cou, la mort n'est pas instantanée comme on le pense généralement; l'hémorragie dure plusieurs minutes, pendant lesquelles l'animal conserve toutes ses facultés.

» 2°. Les artères carotides ne restent pas béantes après leur division, ainsi qu'on pourrait le croire; et malgré le volume de ces vaisseaux, il se forme des caillots obturateurs, comme après la division d'une seule carotide.

» En examinant les planches qui représentent des artères de chiens, et surtout des artères carotides de bœufs sacrifiés d'après la *méthode juive* (1), on voit que l'organisation du caillot est la même que celle que j'ai indiquée dans mon premier Mémoire.

» 3°. La section simultanée ou à court intervalle des nerfs de la huitième paire et des artères carotides, faite au milieu du cou, n'exerce aucune influence sur la formation des caillots spontanés ou bouchons obturateurs des artères carotides coupées complétement en travers.

» 4°. Le caillot spontané formé aux extrémités des artères divisées se compose de deux caillots : l'un extérieur, déjà décrit dans mon premier Mémoire; l'autre intérieur, qui n'est autre chose qu'un coagulum organisé absolument comme celui qui se forme après tous les moyens artificiels d'obturation, compression, cautérisation, ligature, ou torsion.

» 5°. Le caillot spontané obturateur est souvent fort difficile à reconnaître. Pour le retrouver, il faut se rappeler la disposition anatomique de l'artère divisée, et observer les pulsations à l'extrémité du vaisseau. En outre, on peut reconnaître par le toucher la petite masse sanguine qui constitue le caillot.

» 6°. Enfin, je crois avoir suffisamment démontré que c'est toujours par un caillot ou bouchon obturateur que les hémorragies s'arrêtent spontanément, soit que l'animal meure, ou qu'il résiste à l'hémorragie.

» Ainsi, la doctrine du *caillot spontané extérieur et intérieur*, comme obstacles à la sortie du sang des artères complétement divisées, est la seule véritable; et, contrairement à l'opinion de Jones et de Béclard, l'artère *seule* peut se suffire à elle-même.

» Sans doute, le fait établi dans mon Mémoire n'est qu'une bien petite addition à la théorie de J.-L. Petit, considérée au point de vue physiologique; mais au point de vue de la chirurgie pratique, il est d'une grande importance, comme le prouvent toutes les hémorragies graves et même funestes qui ont lieu, parce qu'on n'a pas pu trouver une artère défigurée et masquée par un caillot. »

---

(1) On sait que nos bouchers assomment les bœufs avant de les saigner; les bouchers juifs les saignent sans les assommer.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la progression et l'état du fluide séminal dans les organes génitaux des femelles des mammifères; par* M. **Pouchet.**

(Commission du prix de Physiologie expérimentale.)

Les résultats des observations de l'auteur sont présentés sous la forme d'un tableau où se trouve indiquée heure par heure la marche du fluide séminal dans l'appareil génital des femelles.

« Ces expériences, qui ont été entreprises sur la lapine, de six heures à vingt-cinq heures après l'accouplement, me paraissent, dit M. Pouchet, démontrer les propositions suivantes :

» De la sixième heure à la vingt-cinquième, on trouve constamment des zoospermes dans le vagin et les cornes utérines.

» Jusqu'à la vingt et unième ou la vingt-deuxième heure, ces animalcules sont très-agiles. Mais bientôt après ils deviennent moins vifs, puis, vers la vingt-troisième heure, ils meurent et semblent éprouver une sorte de raideur cadavérique, qui rend leur appendice caudal rectiligne.

» Vers la vingt-cinquième heure, on ne découvre plus que des zoospermes dilacérés. La queue de presque tous ceux-ci s'est séparée de l'extrémité renflée; mais, avec de l'habitude, on reconnaît parfaitement les queues et les têtes de ces animalcules, mêlées aux divers objets, tels que des globules du sang ou de mucus, qui se trouvent confondus avec elles sous le champ du miscroscope.

» Parfois, pendant ce laps de temps, surtout quand la mort a été précédée de convulsions violentes, j'ai rencontré quelques zoospermes vivants ou morts, de 0 à 10 millimètres dans l'extrémité utérine des trompes de Fallope, et j'en ai observé aussi, mais bien plus rarement et en bien moindre quantité, de 10 à 20 millimètres.

» Au delà, il n'en parvient jamais un seul; le mucus qui s'y trouve, formé de globules serrés, et s'avançant vers l'extérieur, leur offre un obstacle infranchissable; c'est donc seulement dans l'utérus, et peut-être aussi dans la région des trompes qui avoisine cet organe, que peut, suivant moi, s'opérer la fécondation des mammifères.

» Je pense que c'est par erreur que MM. Bischoff et Wagner ont prétendu découvrir des zoospermes sur les ovaires. »

Dans un appendice joint à sa Note, M. Pouchet combat deux opinions précédemment émises par M. *Deschamps*, l'une relative au *corpus luteum* que ce dernier anatomiste regarde comme un signe de fécondation, et l'autre relative à la fécondation qu'il pense s'opérer à l'ovaire. « J'ai recueilli, dit

M. Pouchet, des centaines de corps d'animaux vierges...., d'un autre côté, je me suis assuré que les zoospermes ne parviennent jamais aux ovaires, hors les cas anormaux qui donnent lieu aux grossesses extra-utérines.... »

PHYSIQUE. — *Remarques sur quelques anomalies apparentes dans les phénomènes électriques produits par la foudre.* (Lettre de M. PELTIER.)

« Dans la relation que M. l'abbé Chapsal a faite de l'orage qui a éclaté sur la commune d'Ille (département des Pyrénées-Orientales), le 24 août 1842, on remarque plusieurs particularités curieuses que M. Arago a fait judicieusement ressortir dans la séance dernière.

» La bizarrerie apparente des effets de la foudre a donné lieu à beaucoup d'explications erronées; n'ayant pas suffisamment distingué ce qui appartenait à chacun des deux ordres de phénomènes électriques, permettez, monsieur le Président, que j'apporte le tribut de mes observations et de mes expériences à la solution de cette question.

» En janvier 1838, j'ai communiqué à la Société philomatique les résultats que j'avais obtenus en soumettant des barreaux de fer aux décharges électriques. Ces expériences ont mis hors de doute que l'électricité qui traverse un barreau de fer ne lui donne pas de magnétisme par sa propagation; mais elles ont démontré en même temps qu'une décharge électrique agit mécaniquement sur les molécules du barreau, à la manière de la percussion et de la torsion; c'est-à-dire que si le barreau possède un magnétisme développé par l'influence du globe terrestre ou par celle d'un courant voisin, la décharge d'une bouteille de Leyde, ou d'une batterie, coerce ce magnétisme, en tout ou en partie, comme le feraient les coups de marteau, mais n'en développe pas.

» Le magnétisme coercé est d'autant plus considérable, que l'on a placé le barreau plus parallèlement à l'aiguille d'inclinaison, et que la décharge a été plus forte et plus instantanée. Lorsque le barreau est, au contraire, perpendiculaire à l'aiguille d'inclinaison et au plan du méridien magnétique, il n'y a jamais de magnétisme produit, quelle que soit la puissance de la décharge. J'ajouterai, à ce que j'ai publié alors, qu'un effet analogue se reproduit lorsque l'on fait passer la décharge à travers l'épaisseur du barreau; la décharge coerce encore le magnétisme développé par influence sans en produire de nouveau; mais cette coercition est beaucoup plus faible que la première, par la raison qu'il y a un moins grand nombre de molécules qui éprouvent l'action de la décharge. Dans cette dernière expérience, lorsque la

décharge se fait transversalement, il peut se présenter deux cas qu'il faut soigneusement distinguer. Si la conductibilité est bien établie, et si les pôles des conducteurs sont assez éloignés pour que toute la décharge traverse le barreau, il n'y a alors aucun magnétisme nouveau de produit : il n'y a de conservé qu'une portion de celui qui était développé par influence. Mais si la conductibilité est mal établie, si les pôles sont peu éloignés, une portion de l'électricité se décharge par-dessus le barreau, en sautant d'un pôle à l'autre; dans ce cas, il y a toujours aimantation, quelle que soit la position du barreau par rapport au méridien magnétique. Dans cette circonstance, la décharge extérieure ne fait que reproduire le mode d'aimantation que la science doit à M. Arago.

» Ces expériences font disparaître toutes les anomalies apparentes du magnétisme produit par la foudre. Il y a aimantation, ou mieux, coercition de magnétisme dans les barreaux traversés par la foudre, si ces barreaux en possèdent un d'influence au moment de la décharge; il n'y en a pas, si le barreau est neutre. Il y a aimantation dans les barreaux traversés latéralement, si une portson de la décharge se fait en même temps en dehors du barreau, s'il y a une étincelle qui saute d'un pôle du conducteur à l'autre pôle. Il n'y a pas aimantation, si le courant traverse en entier le barreau; il pourra l'échauffer, le rougir, le souder à d'autres, suivant l'énergie du courant, mais il n'y aura pas de magnétisme développé.

» Les effets extraordinaires de la foudre dans les habitations ne peuvent aussi être ramenés, sans création nouvelle, aux lois de la simple conductibilité.

» J'ai souvent insisté sur l'opposition complète qui existe entre les phénomènes d'électricité statique et ceux d'électricité dynamique, et je pense que le Mémoire que j'ai publié en 1838 a beaucoup contribué à faire disparaître la confusion qui régnait dans cette partie de la science. Lorsqu'un conducteur est suffisant pour donner un libre passage à une décharge électrique, il n'y a que des effets dynamiques qui se manifestent par une élévation de température, par une vaporisation des liquides, si les conducteurs en contiennent, par des actions chimiques, par la direction de l'aiguille aimantée, etc.; mais il n'y a aucune des attractions ni des répulsions qui appartiennent à l'électricité statique. Lorsque le conducteur est insuffisant, les deux ordres de phénomènes existent simultanément : les phénomènes dynamiques sont produits par la portion qui s'écoule à travers le conducteur; les phénomènes statiques, par la portion arrêtée par son insuffisance.

» La plus grande partie des matériaux qui entrent dans la construction des bâtiments sont dans la classe des plus mauvais conducteurs; lorsque la

foudre atteint un monument, il y a toujours, en raison de cette faible conduction, des actions puissantes d'électricité statique. Non-seulement les matériaux des bâtiments sont de mauvais conducteurs, mais leur arrangement particulier, nécessité par les habitations, en fait encore des conducteurs excessivement inégaux. L'ensemble est formé d'alternatives de pleins et de vides par les murs, les cloisons, les planchers d'une part; et par les croisées, les portes, les chambres, etc., de l'autre. Puis à ces nombreuses inégalités viennent se joindre des liens en fer, disséminés en tous sens pour en consolider les parties. Ces portions de bons conducteurs, qui prennent naissance et se terminent dans différents points du bâtiment, y occasionnent un grand nombre de phénomènes statiques locaux, par l'accumulation, à leurs extrémités, de l'électricité arrêtée par l'inconductibilité des matériaux à la suite. C'est dans ces points d'arrêt des courants, c'est entre les portions de plancher et de mur, qui reçoivent ces surcharges électriques, que se produisent les puissants effets d'attraction qui arrachent les parquets, les plinthes ou les meubles rapprochés d'un sol humide et conducteur. C'est alors que l'eau des vases ou du sol s'évapore et ajoute son appoint conducteur à toutes les conductions voisines; c'est alors que les objets légers sont soulevés et forment la danse électrique entre les tensions opposées des planchers. La vapeur qui s'élève alors n'est point le produit d'une *vaporisation* de haute température, comme dans le premier cas; c'est l'*évaporation* de la surface humide augmentée par l'attraction prodigieuse qui agit sur elle. Lorsqu'on voit ainsi s'élever une vapeur du sol ou des vases pleins d'eau, on peut affirmer que c'est l'électricité positive qui rayonne de bas en haut, et que la masse électrique qui constitue la foudre est négative. Mes expériences ont prouvé que la formation de la vapeur est bien plus considérable à la surface du vase positif qu'à la surface du vase négatif; ce qui concorde, du reste, avec ce que l'on connaît du transport matériel plus facile du pôle positif au pôle négatif.

» Je ne dois pas prolonger davantage ces explications, mais je reviendrai sur ce sujet dans un travail spécial, avec tous les détails nécessaires à son élucidation. »

M. Clerget adresse une Note ayant pour titre : *Observations sur la question des phénomènes électriques des trombes.* Dans cette Note, l'auteur, discutant les opinions émises récemment par M. Peltier, conteste l'exactitude de quelques-unes des circonstances mentionnées relativement à la trombe de Chatenay. Ainsi, quoique M. d'Arcet ait trouvé que certains fragments de bois provenant des arbres mis en éclats par la trombe, avaient perdu presque

toute leur humidité, M. Clerget soutient que dans d'autres fragments, provenant de la même origine, et examinés par lui, la proportion de séve était justement celle que présentent des morceaux coupés dans un arbre sur pied.

M. Artur écrit relativement au même ordre de phénomènes, et pour rappeler qu'il en a proposé une explication dans laquelle il ne fait point intervenir l'action électrique.

Ces deux communications sont renvoyées, ainsi que la Note de M. Peltier mentionnée par M. Clerget, à l'examen d'une Commission composée de MM. Arago, Becquerel et Pouillet.

M. Lefèvre adresse la description et la figure d'un *nouveau frein à transmission applicable aux wagons, diligences et tenders roulant sur les chemins de fer.*

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

M. Siret écrit relativement à un *procédé de désinfection* qu'il a soumis au jugement de l'Académie, et qui a été l'objet d'un Rapport favorable. Le but de M. Siret, en faisant cette nouvelle communication, paraît être de rappeler ses titres à la propriété de son procédé dans le cas où cette propriété lui serait contestée, comme il croit avoir sujet de le craindre, d'après des propositions faites récemment à l'administration de la ville de Paris.

M. Edouard Sy appelle de nouveau l'attention sur une Note qu'il a adressée, concernant un *moteur atmosphérique*, Note qui avait été d'abord écartée comme se rattachant à la question du mouvement perpétuel.

La Note est renvoyée à l'examen de M. *Cauchy*, qui fera savoir si elle est de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet ampliation de l'ordonnance royale qui confirme la nomination de M. *Valenciennes* à la place devenue vacante par suite du décès de M. *E. Geoffroy-Saint-Hilaire.*

Sur l'invitation de M. le Président, M. Valenciennes prend place parmi ses confrères.

M. Flourens présente, au nom de l'auteur, M. Fée, un opuscule ayant pour titre : *Examen microscopique de l'urine normale,* et donne une idée de ce travail, dans lequel le savant botaniste a trouvé l'occasion d'appliquer les procédés d'investigation que lui avaient rendus familiers l'étude des végétaux.

Des corps que l'analyse microscopique lui a fait reconnaître dans l'urine de l'homme sain, les uns, d'abord à l'état de dissolution, prennent, quand ils se déposent, des formes que reproduisent les figures jointes au Mémoire; les autres sont seulement tenus en suspension dans le liquide, et proviennent soit de la vessie ou de ses annexes, soit des vésicules séminales et de la prostate. Ces derniers sont ou des zoospermes libres, comme ceux dont M. Lallemand avait déjà signalé la présence dans l'urine, ou des capsules de zoospermes, que M. Fée a vus dans certains cas se rompre sous ses yeux en laissant échapper les animalcules qui y étaient contenus, ou enfin des corps microscopiques de forme particulière, qui, suivant l'auteur, sont fournis par les prostates et n'avaient pas encore jusqu'ici été aperçus par les physiologistes. Quant aux corps fournis par la vessie et ses annexes, ce sont, outre des globules, du mucus en flocons, des débris de la membrane vésicale et urétrale, certaines pellicules qui paraissent avoir une origine distincte et différente de celle qu'on leur a attribuée. Ces membranes, dont la présence a été reconnue non-seulement dans l'urine, mais aussi dans la salive et dans les larmes, sont désignées, en général, par les anatomistes modernes, comme des portions d'*épithélium*. M. Fée, qui ne veut point y voir le produit d'une desquamation de la surface des muqueuses, a jugé convenable de leur ôter un nom qui rappelle une origine contestée; et n'ayant égard qu'à la forme sous laquelle ils se présentent, c'est sous le nom d'*hymenellium* qu'il en traite.

M. **Flourens** présente encore, également au nom de l'auteur, la première partie d'un Mémoire de M. **Piorry** *sur les maladies de la rate et sur les fièvres intermittentes.* (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

Dans ce travail, qui est très-étendu, l'auteur appuie par un grand nombre de faits les opinions qu'il a soutenues dans plusieurs communications faites à l'Académie, relativement aux rapports existant entre les fièvres intermittentes et les affections de la rate, et relativement à l'action du sulfate de quinine sur cet organe, action dont la rapidité est constatée de la manière la plus évidente par l'emploi du plessimètre.

MÉDECINE. — *Ergotisme gangreneux développé chez deux enfants mâles, par l'usage d'un pain qui contenait du seigle ergoté. Amputation des deux jambes chez l'un, chute de la jambe droite chez l'autre; guérison dans les deux cas.* (Note de M. **J. Bonjean.**)

« Le 15 janvier dernier, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie une Note ayant pour objet de prouver, contre l'opinion généralement admise,

que le seigle ergoté perd une partie de son action toxique par la cuisson et la fermentation panaire. Il s'agissait alors de l'empoisonnement de toute une famille qui s'était nourrie pendant quelques jours d'un pain contenant une assez grande quantité d'ergots (1). Mais, dans ce cas, les malades n'avaient éprouvé que les accidents nerveux que développe ordinairement ce parasite quand il est mêlé aux aliments, et connu sous le nom d'*ergotisme convulsif*. Aujourd'hui, je viens entretenir l'Académie d'une observation analogue, produite par la même cause, et dans laquelle l'ergotisme gangreneux s'est développé avec toute l'horreur des symptômes qui caractérisent cette affreuse maladie.

» Dès que je fus instruit de ce triste événement, je songeai d'abord à connaître tous les détails qui l'avaient précédé, accompagné et suivi dans sa marche, et c'est pour atteindre plus sûrement ce but que je me suis transporté, le 14 novembre courant, sur le théâtre même de l'accident, au lieu dit la Bridoire, commune située à 8 kilomètres du Pont-de-Beauvoisin, province de Savoie propre, et distante de 4 myriamètres de Chambéry. Là, assisté de M. le docteur Pichat, médecin au Pont-sur-Savoie, qui a bien voulu m'aider dans mes recherches, j'ai recueilli tous les renseignements relatifs à l'histoire qui va suivre, et au sein même de la famille qui fait le sujet de cette observation.

» François Carlet, agriculteur, âgé de 47 ans, né et domicilié à la Bridoire, sème, en avril dernier, une certaine quantité de seigle contenant 3 à 4 pour 100 d'avoine. Celle-ci lève en totalité et mûrit parfaitement sans produire un seul ergot. Le seigle, au contraire, avorte en grande partie, et le petit nombre d'épis qui arrivent à maturité sont presque à moitié ergotés. A la fin de juillet suivant, on récolte $7^k,5$ de seigle qui renfermait $\frac{1}{2}$ kilogramme grains ergotés, soit 7 pour 100 environ. La même quantité de semences aurait produit 30 kilogrammes de blé, si tout le seigle avait réussi.

» Ces $7^k,5$ de seigle ainsi ergoté sont mêlés avec 25 kilogrammes d'un autre seigle où il se trouvait encore 2 pour 100 d'ergots et quelques grains d'avoine, et ces $32^k,5$ de blé moulu servent à faire une quantité de pain qui n'a pu être déterminée, mais qui a été consommée en trois semaines par tous les membres de la famille ainsi composée: 1° le père, 47 ans; 2° la mère, 40 ans; 3° une fille de 18 ans; 4° une fille de 17 ans; 5° un garçon de 10 ans; 6° une fille de 5 ans; enfin deux garçons jumeaux âgés de 28 mois seulement. Toute cette famille est saine, généralement bien constituée et jouissant d'une bonne santé.

---

(1) Voir les *Comptes rendus*, t. XVIII, p. 99.

» Quinze jours s'étaient déjà écoulés depuis que ces malheureux faisaient usage de ce mauvais pain, et cependant aucun syptôme morbide appréciable ne s'était encore manifesté. Tout à coup le garçon de 10 ans se plaint d'une douleur qui commence d'abord au pli de l'aine gauche, d'où elle disparaît deux ou trois jours après pour se porter sur les deux jambes à la fois. C'était alors le 8 septembre; le 12, on envoie chercher M. le docteur Pichat, qui remarque aux deux mollets une rougeur de couleur foncée, de la largeur de la paume de la main, et paraissant devoir donner lieu à un phlegmon. Cette partie des jambes est douloureuse au toucher, et l'enfant souffre déjà beaucoup. Les jambes elles-mêmes sont d'un froid glacial et ne peuvent supporter le contact d'un corps étranger, ce qui oblige le malade à les tenir hors du lit qui paraît augmenter l'intensité de ses douleurs. En effet, cette place lui est intolérable, et, comme il ne peut marcher, le père et la mère le promènent presque sans cesse en le tenant dans leurs bras. Le médecin prescrit une application de sangsues et des cataplasmes émollients dont les parents ne jugent pas à propos de faire usage. A dater de ce jour, le mal fait des progrès sensibles. Les jambes et les pieds se tuméfient et se couvrent de phlyctènes qui se rompent successivement en laissant écouler une petite quantité de liquide séreux; ensuite une vive démangeaison se fait sentir aux tiers supérieurs des jambes. Bientôt après la gangrène apparaît dans toute son effrayante nudité; elle commence d'abord aux tiers inférieurs des jambes, puis elle envahit successivement les pieds et se limite enfin d'elle-même au tiers supérieur des deux jambes. Depuis cette époque (24 septembre environ) les douleurs sont moins fortes; le pauvre enfant peut non-seulement rester au lit, mais encore y tenir les jambes et y trouver un peu de repos. La démangeaison qui existe, ai-je dit, au point même de démarcation que s'est tracée la gangrène, est si forte, que le malade est obligé de se gratter jusqu'au sang pour se soulager. Quelques légères contractions se font sentir dans les membres inférieurs seulement. D'abondantes sueurs ruissellent parfois de toute la surface du corps, surtout pendant les instants où les douleurs sont le plus aiguës. Les accès n'ont rien de régulier (fin de septembre). Les chairs deviennent putrides, se contractent à la partie inférieure et mettent les os à nu. Malgré cet état avancé de désorganisation des tissus, les souffrances sont généralement moins vives; seulement les orteils sont toujours le siége d'une vive douleur, bien que l'os soit déjà entièrement dénudé à sa partie supérieure. Les jambes, ou plutôt ce qu'il en reste, répandent une odeur si infecte, qu'il est à peine possible de se tenir dans la chambre du malade.

» Quelques jours plus tard, la gangrène est à son comble. La dénudation

étant presque complète, cet enfant est conduit, le 12 octobre dernier, par sa mère, à l'Hôtel-Dieu de Lyon, où on lui a amputé les deux jambes. Quelques jours après l'opération, le malade était dans l'état le plus satisfaisant.

» C'est le 8 septembre, ai-je dit, que se sont manifestés, chez cet enfant, les premiers signes de cette cruelle maladie. Deux jours plus tard, des symptômes analogues se déclarent chez le plus jeune des deux jumeaux, âgé de 28 mois, mais à la jambe droite seulement. Amené le 16 septembre chez M. le docteur Pichat, il offre les caractères suivants : le pied droit est tuméfié, très-froid, sa face dorsale est recouverte de phlyctènes déjà rompues. L'orteil est noirâtre.

» *Traitement :* Solution de chlorure de chaux à l'extérieur, et sirop de quina à l'intérieur. La gangrène se déclare et suit une marche rapide; comme dans le cas précédent, elle commence au tiers inférieur de la jambe droite, gagne successivement le tiers supérieur, puis le pied, et se limite à l'articulation du genou. Les chairs, en état de décomposition, répandent une odeur infecte, et la jambe se détache enfin d'elle-même, sans la moindre hémorragie, le 24 septembre, laissant une place aussi fraîche que si la perte du membre fût le résultat d'une opération chirurgicale.

» C'est le 14 novembre suivant que je vis cette intéressante créature, dont la santé était parfaite. La plaie, composée de chairs vives et roses, était de la largeur d'un écu, et par conséquent sur le point d'être entièrement cicatrisée; on se bornait à la recouvrir d'un peu de charpie enduite de cérat.

» Huit jours avant de perdre la jambe, notre petit malade eut une diarrhée qui persista pendant vingt-cinq à trente jours, ce qui le fit un peu maigrir; mais il ne tarda pas à reprendre l'embonpoint dont il jouissait auparavant. Ce qu'il y a de surprenant ici, c'est que durant tout le cours de sa maladie, les douleurs ont été si faibles, qu'il n'a presque pas laissé échapper de plaintes. Il a toujours dormi comme d'habitude, même lorsque le mal était à son apogée, à l'exception d'une seule nuit, qui paraît être l'époque où la gangrène atteignait son plus grand développement, et pendant laquelle il a un peu crié et pleuré. L'appétit avait diminué d'un tiers environ; le lait était la seule boisson dont il consentît à faire usage. Inutile de dire que, la jambe droite exceptée, le reste du corps n'a été le siége d'aucun symptôme morbide.

» Examinons maintenant les phénomènes insolites que cette cruelle maladie a présentés dans sa nature et dans sa marche. Toute une famille se nourrit exclusivement du même pain, et sur huit membres qui la compo-

sent, quatre n'éprouvent absolument rien, deux fort peu de chose, tandis que les deux autres sont si cruellement atteints. Les trois filles et l'aîné des jumeaux forment la première catégorie; la deuxième comprend le père et la mère. Chez ces derniers, le poison s'est borné à produire une grande lassitude des bras et des jambes, qui s'est prolongée pendant huit jours chez le père; la mère est restée sous cette influence trois semaines, pendant lesquelles elle n'a pu traire ses vaches, tant ses bras étaient privés de force. Du reste, chez l'un comme chez l'autre, ces symptômes ne se sont manifestés que du 16 au 20 septembre, alors déjà que le pain dont il a été question était entièrement consommé.

» Quant aux deux enfants qui ont été les tristes victimes de ce terrible agent, leur maladie même offre une particularité qui n'aura sans doute pas échappé jusqu'ici. C'est ainsi que ces petits malades n'ont éprouvé ni maux de tête, ni vertiges, ni assoupissement, ni troubles de la vue; en un mot, aucun de ces phénomènes nerveux, non plus qu'aucun signe de narcotisme dont l'ensemble constitue ce qu'on appelle l'*ergotisme convulsif*. Cette période de symptômes a complétement fait défaut dans l'observation qui nous occupe, et la maladie elle-même s'est présentée dans son plus grand état de simplicité, entièrement dépourvue de cette foule de complications fâcheuses observées dans les épidémies de ce genre et décrites par Dodart, Brunner, Noël, Langius, Duhamel, Salerne, etc. J'ajouterai, enfin, que chez ces deux enfants, le ventre ne s'est pas tuméfié, et qu'aucune espèce de tache ne s'est développée à la surface de leur corps.

» Cette absence de symptômes d'ergotisme convulsif dans un cas de gangrène causée par l'usage du seigle ergoté a déjà été remarquée dans plusieurs circonstances analogues. Je citerai l'épidémie gangreneuse arrivée pendant l'automne de 1814 dans le département de l'Isère, décrite par M. Janson dans le *Compte rendu de la clinique chirurgicale de l'Hôtel-Dieu de Lyon*, et qui offre la plus grande ressemblance avec l'observation que je soumets à l'appréciation de l'Académie. Quarante malades furent traités dans cet hôpital, et chez tous la gangrène exerça ses ravages. En effet, dix-huit ou vingt perdirent la jambe, trois ne conservèrent que les cuisses; chez cinq ou six, le pied se détacha en totalité; d'autres enfin ne perdirent que quelques phalanges des orteils; mais aucun ne fut pris de l'ergotisme convulsif, et la marche de la maladie fut aussi simple que chez les enfants de la Bridoire. Le pain qui avait causé cette épidémie contenait, dit-on, un tiers d'ergot.

» Dans ces derniers temps, MM. Trousseau et Pidoux se sont demandés

s'il fallait attribuer au seigle ergoté les épidémies terribles décrites sous les noms d'*ergotisme, convulsio cerealis epidemica*, etc., et ils ont répondu par la négative. (*Voyez* leur *Traité de thérapeutique et de matière médicale,* tome Ier, page 800, 1842.) Je ne chercherai point ici à approfondir les raisons qui ont servi de base à l'opinion de ces habiles thérapeutistes; je me bornerai à dire aujourd'hui que, sans parler de ce qui a été écrit sur ce sujet, l'observation que je viens de rapporter, jointe à celle que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie en février dernier, observations vraiment exactes, où j'ai vu et touché moi-même l'ergot qui avait servi à faire le pain incriminé, en inspirant toute confiance par les soins que j'ai mis à les recueillir à une source authentique; ces observations, dis-je, suffisent pour prouver à l'évidence que tous les accidents décrits dans les divers ouvrages sous les noms de : *ergotisme convulsif, ergotisme gangreneux,* etc., n'ont pas d'autre cause que la présence de l'ergot dans les produits alimentaires. »

ANATOMIE. — *Recherches sur les canaux angéiophores, les villosités et le* corpus luteum *de la matrice; par* M. **Deschamps**.

Dans ce travail, qui fait suite à ceux qu'il avait précédemment communiqués à l'Académie, l'auteur étudie comparativement la disposition des artères et des veines, d'une part, dans l'utérus bifide, et, de l'autre, dans l'utérus simple; il ajoute, sur la structure des villosités utérines, quelques détails nouveaux à ceux qu'il avait précédemment fait connaître.

M. **Carmignac-Descombes**, qui avait soumis au jugement de l'Académie un *Mémoire sur un plan d'enseignement agricole,* écrit pour demander que l'on remplace dans la Commission à l'examen de laquelle son travail a été renvoyé, deux des membres dont l'absence paraît devoir se prolonger.

MM. Dutrochet et Rayer remplaceront dans cette Commission MM. Boussingault et de Gasparin.

M. **de Jouffroy** prie l'Académie de hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle a été soumis son *nouveau système de chemins de fer,* et fait remarquer combien il serait important pour lui d'obtenir ce Rapport avant que les Chambres aient à s'occuper des questions relatives aux grandes voies de communication.

Un des membres de la Commission rappelle que le retard tient uniquement

à l'absence du Rapporteur, et un autre membre annonce que cette absence ne doit pas, suivant toute apparence, se prolonger au delà du mois de décembre.

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets cachetés, présentés, l'un par M. **Delaurier**, l'autre par M. **Richard des Vaux**.

A 5 heures l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. **Arago**, au nom de la Commission chargée de préparer une liste de Candidats pour la place d'associé étranger, vacante par suite du décès de M. **Dalton**, présente la liste suivante:

1°....................	M. Jacobi, à Berlin.
2°. (*Ex æquo*)..........	M. Brewster, à Saint-Andrew. M. Faraday, à Londres.
3°. Par ordre alphabétique.	M. Buckland, à Oxford. M. Herschel, à Collingwood (Kent). M. Liebig, à Giesen. M. Melloni, à Naples. M. Mitscherlich, à Berlin. M. Tiedemann, à Heidelberg.

Les titres des Candidats sont discutés. L'élection aura lieu dans la prochaine séance. MM. les Membres en seront prévenus par lettres à domicile.

La séance est levée à 6 heures. F.

ERRATUM.

(Séance du 9 décembre 1844.)

Page 1275, ligne 26, *au lieu de* MM. Arago, Pouillet, Babinet, *lisez* MM. Gay-Lussac, Arago, Pouillet.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 24; in-4°.

Annales des Sciences naturelles; par MM. MILNE EDWARDS, AD. BRONGNIART *et* DECAISNE; novembre 1844; in-8°.

Traité de Médecine pratique. — Mémoire sur les Splénopathies ou maladies de la Rate et sur les Fièvres intermittentes; par M. PIORRY; 1 vol. in-8°.

Bibliothèque du Médecin praticien, publiée par une Société de médecins sous la direction de M. le docteur FABRE; tome II: *Maladies des Femmes; Maladies de l'appareil urinaire;* in-8°.

Essai sur les névroses des Nerfs ganglionnaires; par M. MÉRAT; broch. in-8°.

Examen microscopique de l'Urine normale; par M. FÉE; broch. in-4°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; tome V, 56e livr.; in-8°.

De la nécessité d'une direction générale des Sciences; par M. A. ROMIEU. Chaumont, 1844; in-8°.

Journal des Usines et des Brevets d'Invention; par M. VIOLLET; novembre 1844; in-8°.

L'Abeille médicale; n° 12; décembre 1844; in-4°.

The Transactions... *Transactions de la Société linnéenne de Londres;* vol. IX, part. 3. Londres, 1844; in-4°.

Linnean... *Procès-Verbaux de la Société linnéenne de Londres;* nos 19-22; 20 juin 1843 au 18 juillet 1844; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 50; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 144 à 146; in-fol.

L'Écho du Monde savant; nos 44 et 45.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 DÉCEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries multiples et sur les séries modulaires; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« On sait que la géométrie à trois dimensions a souvent offert le moyen le plus facile de résoudre certains problèmes ou d'établir certains théorèmes de géométrie plane. C'est ainsi que la théorie des projections centrales, si bien exposée et développée par notre honorable confrère M. Poncelet, l'a conduit à des solutions très-élégantes d'un grand nombre de questions de géométrie plane, en lui permettant, par exemple, de passer très-aisément des propriétés d'un système de plusieurs cercles aux propriétés d'un système de plusieurs ellipses. La raison logique des succès que l'on obtient en marchant dans cette voie est facile à saisir. Un problème de géométrie plane se présente sous un nouveau point de vue, quand on le considère comme intimement lié à un problème de géométrie dans l'espace; et il est clair qu'en augmentant le nombre des points de vue sous lesquels une question est envisagée, on se procure par cela même de nouveaux moyens de l'approfondir et de la résoudre. Ce raisonnement peut d'ailleurs s'appliquer aux problèmes et aux théorèmes d'analyses, tout comme aux problèmes et aux théo-

rèmes de géométrie. Aussi est-il arrivé plusieurs fois que la considération des fonctions de plusieurs variables a conduit les géomètres à des propriétés remarquables des fonctions qui renferment une variable seulement. On peut citer, comme exemples, la démonstration que Laplace a donnée de la série de Lagrange, et les belles propositions, relatives aux nombres, que M. Jacobi a déduites immédiatement de la théorie des fonctions elliptiques. On conçoit de même que les propriétés des séries simples doivent souvent se déduire avec facilité des propriétés des séries multiples. Cette considération m'a engagé à reprendre une étude dans laquelle je me suis vu encouragé par l'assentiment des géomètres, et à poursuivre, à l'égard des séries multiples, les recherches auxquelles je me suis livré depuis vingt-quatre ans, pour établir sur des bases solides la théorie des séries simples. J'examine particulièrement quelle idée on doit se faire de la convergence des séries multiples, et quelles sont les conditions de cette convergence. Parmi les résultats auxquels je parviens, les plus importants peuvent être facilement énoncés. Je vais les indiquer en quelques lignes.

» Les problèmes d'analyse, comme l'on sait, ont généralement pour but la recherche de certaines quantités dont il s'agit de fixer les valeurs, en les déduisant des valeurs supposées connues d'autres quantités qui constituent ce qu'on appelle les données d'une question. Dans la langue algébrique, on représente les quantités connues et inconnues par des lettres; et les valeurs des inconnues sont censées déterminées, quand on a réduit leur détermination au système de plusieurs opérations à effectuer sur les quantités connues. Le système de lettres et de signes qui représente ces opérations est ce qu'on appelle une formule. Il peut d'ailleurs arriver que l'on parvienne à déterminer une inconnue ou d'un seul coup et à l'aide d'une seule opération, ou par pièces et par morceaux, s'il est permis de s'exprimer ainsi, et à l'aide d'approximations successives. Dans le dernier cas, la valeur de l'inconnue se trouve exprimée par la somme d'une série simple ou multiple. Mais pour que la détermination de cette inconnue ne devienne pas illusoire, il est bien entendu que les approximations doivent être effectives, de sorte qu'après un certain nombre d'opérations, chaque approximation nouvelle fasse généralement converger le résultat trouvé vers la valeur de l'inconnue, et rapproche le calculateur du but qu'il se propose d'atteindre. C'est alors que la série simple ou multiple, propre à fournir des valeurs de plus en plus exactes de l'inconnue, est appelée *convergente;* et par ce peu de mots on peut juger de l'importance que les géomètres ont dû attacher à la convergence des séries.

» J'ai prouvé, en 1821, dans mon *Analyse algébrique,* que la convergence

d'une série simple dépend surtout d'une certaine quantité positive, ou, si l'on veut, d'un certain module, que j'ai depuis appelé le *module* de la série. En effet, une série simple est convergente ou divergente, suivant que son module est inférieur ou supérieur à l'unité. A cette considération des modules des séries simples, je joins aujourd'hui la considération des séries *modulaires*. J'appelle ainsi la série dont les termes se réduisent aux modules des divers termes d'une série donnée simple ou multiple.

» Cela posé, j'établis des théorèmes fondamentaux relatifs à des séries quelconques; et je prouve, en particulier, qu'une série simple ou multiple est toujours convergente lorsque la série modulaire correspondante est convergente elle-même.

» Dans un prochain article, je développerai les conséquences des principes exposés dans celui-ci, et je montrerai comment on peut ainsi revenir aux formules que j'ai données dans mes derniers Mémoires sur le développement des fonctions en séries, ou même fixer les conditions précises sous lesquelles subsistent ces formules, en prouvant que ces mêmes formules se vérifient tant que les séries qu'elles renferment demeurent convergentes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur les fonctions complémentaires; par* M. **Augustin Cauchy**.

« Considérons, avec une variable réelle ou imaginaire, une fonction qui ne cesse d'être continue que pour certaines valeurs de la variable auxquelles correspondent des résidus déterminés. *Si,* d'ailleurs, *pour toute valeur infinie de la variable, le produit de la variable par la fonction s'évanouit, le résidu intégral de la fonction s'évanouira pareillement.*

» De ce principe fondamental du calcul des résidus, on déduit sans peine, comme je l'ai déjà observé, les deux théorèmes suivants, dont le premier est un cas particulier d'une proposition plus générale, énoncée dans le second volume de mes *Exercices de Mathématiques*.

» 1er *Théorème*. Si, pour toute valeur finie d'une variable réelle ou imaginaire z, une fonction de z reste toujours continue, par conséquent toujours finie; si d'ailleurs, pour toute valeur infinie de la variable z, le produit de cette variable par la fonction se réduit à une constante déterminée, la fonction elle-même se réduira simplement à cette constante.

» 2e *Théorème*. Si une fonction d'une variable réelle ou imaginaire z reste toujours continue, par conséquent toujours finie pour des valeurs finies de z,

et si d'ailleurs cette fonction ne cesse pas d'être finie, même pour des valeurs infinies de z, elle se réduira simplement à une constante.

» Si, dans le précédent Mémoire, je me suis borné à remarquer l'analogie qui existe entre les deux théorèmes, et à faire voir que le second est, tout comme le premier, une conséquence immédiate du principe fondamental, c'est qu'il ne me souvenait pas d'avoir publié aucune formule qui, dans le cas général, ou dans un cas particulier, fût l'expression précise du second théorème. Toutefois, une telle formule existe dans l'un de mes Mémoires. Il ne sera pas inutile d'entrer à ce sujet dans quelques détails.

» Une fonction algébrique ou même transcendante peut être représentée, dans un grand nombre de cas, par une somme de fractions rationnelles, dont chacune devient infinie pour une valeur de la variable qui rend infinie la fonction donnée; ou du moins, par une telle somme augmentée d'une fonction nouvelle que j'appellerai *complémentaire*, et qui offre cela de remarquable qu'elle conserve toujours une valeur finie pour toutes les valeurs finies de la variable. Cela posé, il est clair qu'on pourra généralement réduire la recherche des propriétés de la fonction donnée à la recherche des propriétés de la fonction complémentaire; et c'est effectivement ce que j'ai fait moi-même, dans plusieurs circonstances, spécialement dans le premier volume des *Exercices de Mathématiques* [page 95].

» Or, dans le Mémoire que renferme le *Compte rendu* de la séance du 25 septembre 1843, j'ai tiré du calcul des résidus deux formules générales qui m'ont paru spécialement applicables à la décomposition de certaines fonctions, et, en particulier, des fonctions elliptiques en fractions simples. Ces deux formules se rapportent au cas où la fonction donnée ne cesse d'être continue que pour certaines valeurs de la variable qui la rendent infinie. En vertu de la première formule, qui n'est autre que l'équation (5) de la page 279 du 2ᵉ volume des *Exercices,* si la fonction donnée s'évanouit pour une valeur infinie de la variable, la fonction complémentaire s'évanouira elle-même. Mais il en sera autrement, si la fonction donnée satisfait seulement à la condition de rester finie pour une valeur nulle ou infinie de la variable; et alors, en vertu de la seconde formule, la fonction complémentaire se réduira simplement à une constante qui pourra différer de zéro.

» Si la fonction donnée ne devient jamais infinie, elle ne différera pas de la fonction complémentaire; et alors, en vertu de la seconde formule, ce sera la fonction donnée elle-même qui se réduira simplement à une constante. On se verra donc alors ramené par la seconde formule précisément au dernier des deux théorèmes que nous avons ci-dessus rappelés. D'autre

part, il est clair que le théorème dont il s'agit subsistera, comme la formule elle-même, pour toute fonction continue de x. Si l'on considère séparement le cas où la fonction est doublement périodique, on retrouvera le théorème spécial regardé avec raison par un de nos honorables confrères, comme particulièrement applicable à la théorie des fonctions elliptiques. Il est d'ailleurs évident que les résultats fournis par le théorème ne différeront pas des résultats qui ont été ou peuvent être fournis par l'application immédiate de la formule.

ANALYSE.

» Soit $f(x)$ une fonction de la variable x, qui ne cesse d'être continue que pour certaines valeurs de x qui la rendent infinie, et auxquelles correspondent des résidus déterminés. Supposons, d'ailleurs, que le système de ces résidus, dans le cas où ils sont en nombre infini, forme une série convergente, et prenons

$$\varpi(x) = f(x) - \mathcal{E}\frac{1}{x-z}(f(z)). \tag{1}$$

Alors la fonction $\varpi(x)$ conservera généralement une valeur finie, pour toutes les valeurs finies réelles ou imaginaires de la variable x. D'ailleurs, cette fonction étant précisément celle qui, en vertu de la formule (1), ou plutôt de la suivante,

$$f(x) = \mathcal{E}\frac{1}{x-z}(f(z)) + \varpi(x), \tag{2}$$

doit être ajoutée au résidu intégral

$$\mathcal{E}\frac{1}{x-z}(f(z))$$

quand on veut compléter la valeur de la fonction donnée $f(x)$, sera nommée, pour ce motif, la *fonction complémentaire*. La considération de cette fonction complémentaire fournit le moyen d'établir facilement diverses propositions importantes relatives à la fonction $f(x)$, comme je l'ai fait voir dans le 1er volume des *Exercices de Mathématiques* [pages 95 et suivantes].

» Considérons maintenant le cas particulier où le produit $zf(z)$ s'évanouit pour toute valeur infinie de z. Alors, comme je l'ai fait voir dans le 1er volume des *Exercices*, le résidu intégral de la fonction $f(z)$ s'évanouira, en

sorte qu'on aura

$$\mathcal{E}(f(z)) = 0. \tag{3}$$

Si, dans cette dernière formule, on remplace $f(z)$ par $\frac{f(z)}{x-z}$, on obtiendra la suivante,

$$f(x) = \mathcal{E}\frac{1}{x-z}(f(z)), \tag{4}$$

qui se trouvait déjà dans les *Exercices*, et qui suppose que la fonction $f(z)$ s'évanouit elle-même pour toute valeur infinie de z.

» De la formule (4) comparée à la formule (2), on déduit immédiatement la proposition suivante :

» 3[e] *Théorème.* Dans le cas où la fonction donnée $f(x)$ s'évanouit pour toute valeur infinie de x, la fonction complémentaire $\varpi(x)$ se réduit elle-même à zéro.

» Concevons à présent que la fonction $f(z)$ conserve une valeur finie, mais cesse de s'évanouir pour une valeur infinie de z. Alors on pourra, dans la formule (3), remplacer $f(z)$ par le produit

$$\left(\frac{1}{x-z} + \frac{1}{z}\right) f(z),$$

ou, ce qui revient au même, par le produit

$$\frac{x}{z(x-z)} f(z),$$

attendu que l'expression

$$\frac{x}{x-z} f(z)$$

s'évanouira, dans l'hypothèse admise, pour toute valeur infinie de z. Cela posé, la formule (3) donnera

$$f(x) = \mathcal{E}\frac{1}{x-z}(f(z)) + \Theta, \tag{5}$$

la valeur de Θ étant constante, c'est-à-dire indépendante de x, et déter-

minée par la formule

$$(6) \qquad \circleddash = \mathcal{E}\left(\frac{1}{z} f(z)\right).$$

D'ailleurs, de la formule (5) comparée à la formule (2), on déduira immédiatement la proposition suivante :

» 4e *Théorème*. Dans le cas où la fonction donnée $f(x)$ reste finie pour toute valeur infinie de x, la fonction complémentaire $\varpi(x)$ se réduit simplement à une constante.

» La valeur de la constante $\circleddash$, fournie par l'équation (6), peut encore être présentée sous d'autres formes qu'il est bon de signaler.

» D'abord en développant le second membre de l'équation (6), on trouve

$$(7) \qquad \circleddash = f(0) + \mathcal{E}\frac{1}{z}(f(z)).$$

D'autre part, si l'on pose

$$(8) \qquad \mathcal{S} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f\left(e^{p\sqrt{-1}}\right) dp,$$

on aura, en vertu d'une formule établie dans le 1er volume des *Exercices* [voir la formule (92) de la page 217],

$$(9) \qquad \mathcal{S} = f(0) + \underset{(0)\ (-\pi)}{\overset{(1)\ (\pi)}{\mathcal{E}}} \frac{1}{z}(f(z));$$

et, par suite, l'équation (7) donnera

$$(10) \qquad \circleddash = \underset{(1)\ (-\pi)}{\overset{(\infty)\ (\pi)}{\mathcal{E}}} \frac{1}{z}(f(z)) + \mathcal{S}.$$

Si l'on substitue la valeur précédente de $\circleddash$ dans l'équation (5), on trouvera

$$(11) \qquad \left\{ \begin{aligned} f(x) = \underset{(0)\ (-\pi)}{\overset{(1)\ (\pi)}{\mathcal{E}}} \frac{1}{x-z}(f(z)) &+ \underset{(1)\ (-\pi)}{\overset{(\infty)\ (\pi)}{\mathcal{E}}} \left(\frac{1}{x-z} + \frac{1}{z}\right)(f(z)) \\ &+ \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f\left(e^{p\sqrt{-1}}\right) dp. \end{aligned} \right.$$

Cette dernière formule est précisément la formule (3) du Mémoire que j'ai présenté à l'Académie le 25 septembre 1843, sur l'application du calcul des résidus aux produits composés d'un nombre infini de facteurs. Comparée à l'équation (2), cette même formule reproduit immédiatement le 4e théorème.

» Au reste, le 4e théorème pourrait être considéré comme compris dans le troisième, duquel on le déduit immédiatement en désignant par a une valeur particulière de x, et remplaçant la fonction $f(x)$ par le rapport

$$\frac{f(x) - f(a)}{x - a}.$$

» J'ajouterai que, dans le cas où l'on prend pour $f(x)$ le rapport entre deux produits de factorielles réciproques, et où, des deux termes de ce rapport, le second, c'est-à-dire le dénominateur, renferme plus de factorielles que le premier, la fonction complémentaire doit s'évanouir en vertu du 3e théorème. Cette observation, relative aux factorielles réciproques, et, par conséquent, aux fonctions elliptiques, s'accorde avec une proposition énoncée à la dernière page d'un précédent Mémoire [séance du 20 novembre 1843], où j'ai déjà fait observer que, dans le cas dont il s'agit, la fonction complémentaire se réduit à zéro.

» Lorsque la fonction $f(z)$ reste toujours continue, par conséquent toujours finie, et ne cesse pas d'être finie, même pour des valeurs infinies de z, la formule (8) donne simplement

$$f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f\left(e^{p\sqrt{-1}}\right) dp, \tag{12}$$

ou, ce qui revient au même,

$$f(x) = \text{constante}. \tag{13}$$

Donc alors, la formule (8) reproduit purement et simplement le 2e théorème.

» Enfin, si la fonction $f(x)$ est supposée doublement périodique, la formule (13) reproduira le théorème relatif à cette espèce de fonction.

» En terminant cet article, je rappellerai que dans les Mémoires du 2 et du 9 octobre 1843, j'ai déduit immédiatement de la formule (11), les équations remarquables à l'aide desquelles le rapport entre deux produits de factorielles réciproques, tous deux composés d'un même nombre de facteurs, se développe en série, ou se transforme en une somme de termes dont chacun est

proportionnel au rapport de deux factorielles seulement. Je rappellerai aussi que, dans le cas où les deux termes du premier rapport ne renferment plus le même nombre de facteurs, on peut encore ou le développer en série, ou le décomposer en plusieurs termes, soit à l'aide de la formule (11), soit à l'aide d'une autre formule plus générale qui se trouve établie et développée dans mes Mémoires du 30 octobre et du 20 novembre 1843.

» J'observerai enfin que, non-seulement on peut tirer de ces formules générales un grand nombre de formules particulières relatives à la théorie des fonctions elliptiques et analogues à celles qui se trouvent déjà dans mes divers Mémoires, mais encore que de ces formules particulières on déduit souvent des théorèmes dignes de remarques et relatifs à la théorie des nombres. Ainsi, par exemple, la formule

$$(14)\quad \left\{ \begin{aligned} &(1+2t+2t^4+2t^9+\ldots)(1+2t^3+2t^{12}+2t^{27}+\ldots) \\ &= 1+2\left(\frac{1-t}{1-t^3}t+\frac{1+t^2}{1+t^6}t^2+\frac{1-t^3}{1-t^9}t^3+\frac{1+t^4}{1+t^{12}}t^4+\ldots\right), \end{aligned} \right.$$

que j'ai donnée dans la séance du 25 septembre 1843, entraîne avec elle la proposition suivante :

» 5e *Théorème*. Soient n un entier quelconque, et N le nombre des systèmes de valeurs entières positives ou négatives de x, y qui vérifient la formule

$$(15)\qquad x^2+3y^2=n.$$

Si l'on nomme a l'un quelconque des diviseurs entiers de n, on aura

$$(16)\qquad N=(-1)^{n+1}\Sigma(-1)^{a+\frac{n}{a}}\frac{\sin\frac{2\pi a}{3}}{\sin\frac{2\pi}{3}},$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à tous les diviseurs a de n.

» Si les diviseurs de n, non divisibles par 3, sont en nombre impair, alors, en vertu de la formule (16), N sera lui-même impair, et ne pourra s'évanouir.

» Si n est un nombre premier impair, l'équation (16) donnera

$$\frac{1}{2}N = 1+\frac{\sin\frac{2\pi n}{3}}{\sin\frac{2\pi}{3}}$$

par conséquent

$$\frac{1}{2}\mathrm{N} = 1 \pm 1, \tag{17}$$

le double signe $\pm$ devant être réduit au signe $+$ ou au signe $-$, suivant que n, divisé par 3, donnera pour reste 1 ou -1. Dans le premier cas, on tirera de la formule (17)

$$\mathrm{N} = 4, \quad \frac{1}{4}\mathrm{N} = 1,$$

et par suite, si, dans l'équation (15), on assujettit les valeurs de x, y à demeurer positives, cette équation sera résoluble, mais d'une seule manière, ce que l'on savait déjà. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur un moyen de mesurer des intervalles de temps extrêmement courts, comme la durée du choc des corps élastiques, celle du débandement des ressorts, de l'inflammation de la poudre, etc.; et sur un moyen nouveau de comparer les intensités des courants électriques, soit permanents, soit instantanés; par* M. **Pouillet.**

« On a fait des recherches intéressantes sur la rapidité avec laquelle s'exercent les actions électriques et magnétiques; mais, en général, on n'a pas assez distingué ce qui appartient aux fluides eux-mêmes, de ce qui appartient à la matière pondérable à laquelle ils impriment des mouvements. Cette distinction est cependant d'autant plus nécessaire, que l'action propre des fluides entre eux est primitive et directe, et qu'elle s'accomplit avec une prodigieuse vitesse, tandis que l'action qu'ils exercent sur les corps pesants est secondaire et indirecte; et, par la nature des choses, elle ne peut se manifester que par des mouvements dont la vitesse est incomparablement moindre. Ainsi, lorsqu'une aiguille de boussole est en équilibre sous l'influence du magnétisme terrestre, et qu'on la voit se dévier par une cause étrangère, comme une décharge électrique, un coup de foudre, ou une aurore boréale, il faut bien distinguer l'instant rapide où les fluides magnétiques ont été affectés, de l'instant tardif où nos yeux peuvent constater un mouvement appréciable dans la masse pesante de l'acier qui constitue l'aiguille. Il se pourrait bien faire qu'entre ces deux instants il y eût un intervalle de temps égal à mille fois, ou à dix mille fois, la courte durée pendant laquelle l'action propre des fluides s'est fait sentir. Les phénomènes qui se succèdent dans ces circonstances peuvent être assimilés, sous quelques rapports, à ceux qui se

produisent dans le pendule balistique, quand le projectile, n'ayant qu'une masse relative petite, se trouve animé cependant d'une très-grande vitesse. Alors le pendule peut être tellement disposé, que son mouvement, par rapport à la courte durée du choc, ne devienne bien perceptible qu'après un temps considérable. Aussi n'essaye-t-on pas d'apprécier par le pendule le temps pendant lequel le projectile agit, bien que cette action qui s'exerce ici entre des corps pesants, ayant des masses de grandeurs finies et comparables entre elles, ait sans doute une durée très-grande relativement à la durée de l'action que les fluides électriques exercent directement entre eux, ou indirectement sur la matière pondérable.

» Ce que l'on détermine au moyen du pendule balistique, c'est la vitesse de translation du projectile lorsqu'on connaît sa masse, et lorsqu'on connaît en même temps les conditions du pendule et l'amplitude de la déviation qu'il a éprouvée sous l'influence du choc. Il y a là quatre quantités liées entre elles par des relations simples qui se déduisent des lois de la mécanique et trois de ces quantités étant connues, la quatrième peut être déterminée avec plus ou moins d'exactitude.

» L'analogie que l'on peut établir entre le pendule balistique et l'aiguille aimantée est assurément très-imparfaite, puisque les forces qui agissent dans les deux cas sont d'une nature tout à fait différente; cependant elle n'est pas sans utilité pour faire comprendre le parti que l'on peut tirer de l'aiguille magnétique pour une foule de recherches auxquelles, jusqu'à présent, elle n'avait pas été appliquée.

» On conçoit, en effet, que si une aiguille aimantée est en repos et qu'un courant électrique vienne agir vivement sur elle, pendant un temps très-court, par exemple pendant un dixième, un centième ou un millième de seconde, il pourra résulter, de cette impulsion unique et presque subite, un mouvement de déviation lent et régulier, d'une amplitude déterminée et parfaitement appréciable. Ce mouvement de déviation sera, par sa cause, différent de celui du pendule balistique, mais il lui sera fort analogue par ses effets, car il se transformera, comme celui-ci, en oscillations plus ou moins rapides. Dans ce dernier cas, la déviation primitive dépend de l'établissement du pendule, c'est-à-dire de sa masse, de sa longueur, de son moment d'inertie, etc.; puis de la vitesse et de la masse du projectile; et les oscillations qui en sont la suite et qui sont produites par l'action de la pesanteur, dépendent elles-mêmes de cette première impulsion. Dans le cas de l'aiguille aimantée, la déviation primitive dépend aussi de l'établissement de l'aiguille, c'est-à-dire de sa masse pondérable, de sa longueur, de son mo-

ment d'inertie, de la quantité et de la distribution de son magnétisme libre; puis elle dépend aussi de l'intensité du courant électrique et du temps pendant lequel il a exercé son action; enfin les oscillations qui en sont la suite et qui sont produites par la force magnétique terrestre, dépendent elles-mêmes de cette première impulsion. Ainsi la masse et la vitesse du projectile sont ici remplacés par l'intensité du courant et par le temps pendant lequel il agit, si bien que la durée de son action peut se déduire de son intensité, pourvu que les conditions relatives à l'aiguille soient complétement connues.

» S'il arrive par conséquent qu'un courant électrique puisse agir d'une manière régulière et identique à elle-même, pendant un instant très-court, tel par exemple qu'un millième ou un dix-millième de seconde, et s'il arrive en même temps qu'il puisse, par cette action si prompte, produire, sur un système magnétique convenable, une première impulsion, une déviation primitive assez lente et d'une amplitude assez étendue, rien ne sera plus facile que de déterminer avec exactitude des intervalles de temps qui se comptent par millièmes ou par dix-millièmes de seconde. Pour obtenir de telles mesures au moyen des aiguilles aimantées, tout se réduit donc à ces deux questions essentielles: Quelle est la limite de temps nécessaire à un courant pour traverser un circuit donné? quelle est la limite d'amplitude des déviations qu'il peut produire sur le système magnétique le plus impressionnable?

» La première question a été examinée dans l'un des Mémoires que j'ai présentés à l'Académie en 1837 sur les lois de l'intensité des courants électriques; j'avais constaté alors qu'un circuit de plusieurs milliers de mètres de longueur était traversé par le courant dans un espace de temps qui ne s'élevait pas à $\frac{1}{7000}$ de seconde, et que dans cet instant si rapide, ce n'était pas seulement une partie de l'électricité qui se manifestait dans le circuit, mais que le courant passait intégralement avec toute son intensité. Je ne sache pas que, depuis cette époque, on ait poussé plus loin ce genre de recherches; j'admettrai donc ce résultat comme la limite de ce qui est démontré, mais non pas comme la limite de ce qui peut l'être; je suis porté à croire, au contraire, que dans un temps plus court, l'électricité peut traverser un circuit d'une étendue beaucoup plus considérable. Il serait intéressant de faire des expériences sur ce sujet avec des circuits de trois ou quatre cent mille mètres, comme ceux qui sont employés aux télégraphes électriques; en opérant sur de telles longueurs, on aurait de bien plus grandes facilités pour trouver la limite de vitesse avec laquelle se propage l'électricité,

et aussi pour découvrir si cette limite dépend de la longueur absolue des circuits, ou de leur degré de conductibilité.

» La seconde question n'est pas résolue par la première : de ce que le courant passe intégralement dans $\frac{1}{7000}$ de seconde, et de ce qu'il maintient en équilibre l'aiguille de la boussole d'intensité, par son retour périodique à des intervalles aussi rapprochés, il n'en résulte aucunement qu'une seule de ces actions doive imprimer à l'aiguille une déviation sensible et observable. Il fallait donc isoler l'un de ces chocs pour en connaître l'effet. J'y suis parvenu de la matière suivante :

» Sur un plateau de verre de 84 centimètres de diamètre est collée une bande d'étain d'un millimètre de largeur, s'étendant comme un rayon de la circonférence vers le centre; là elle communique à une bande circulaire plus large qui entoure l'axe de rotation. Supposons que le plateau tourne à raison d'un tour par seconde, et que les deux extrémités d'un circuit électrique s'appuient par des ressorts, l'une sur la bande centrale qu'il touche toujours, l'autre sur le verre du plateau près de sa circonférence; au moment où la bande d'un millimètre viendra passer sous ce dernier, il y aura communication électrique, et la durée du courant sera justement égale à la durée du passage de la bande, c'est-à-dire à $\frac{1}{2250}$ de seconde si l'on touche près de la circonférence, à $\frac{1}{1260}$ si l'on touche au milieu du rayon, etc.

» Si le plateau fait deux tours, trois tours, quatre tours par seconde, on obtiendra ainsi des passages d'une durée deux, trois ou quatre fois moindre.

» Or, en faisant l'expérience, j'ai trouvé qu'une pile ordinaire de Daniell, à six éléments, ayant à traverser un circuit d'environ 40 mètres de fil de cuivre de 1 millimètre, donne un courant assez intense pour que l'action qu'il exerce pendant $\frac{1}{5000}$ de seconde imprime une déviation de 12 degrés à l'aiguille d'un galvanomètre peu sensible; l'aiguille met environ 10 secondes à parcourir cet arc, de telle sorte que l'action rapide des fluides électriques et magnétiques, qui s'est exercée pendant $\frac{1}{5000}$ de seconde, se trouve par là transformée en un mouvement cinquante mille fois plus lent, lorsqu'il passe dans la matière pondérable de l'aiguille.

» Le galvanomètre de M. Melloni a une sensibilité qui est maintenant connue de tous les physiciens; elle est variable dans les divers appareils; cependant elle peut être prise pour terme de comparaison, lorsqu'il ne s'agit que de donner une idée approximative des effets électriques. L'un de ces instruments donne 15 degrés de déviation, lorsqu'on fait agir sur lui pendant $\frac{1}{5000}$ de seconde, le courant d'un seul élément de Daniell, dont le circuit se compose d'environ 20 mètres de fil de cuivre de 1 millimètre.

Ainsi, avec cet instrument, l'on peut apprécier sans peine la dix-millième partie d'une seconde.

» On comprend qu'il y a ici à déterminer les lois suivant lesquelles l'amplitude de la déviation varie dans le même appareil, avec l'intensité du courant et la durée du contact; ces lois peuvent se déduire de diverses considérations théoriques; cependant il sera nécessaire de les vérifier par des expériences précises. En attendant, je me suis borné à graduer empiriquement l'appareil qui m'a servi, c'est-à-dire à dresser une Table des déviations qu'il éprouve sous l'influence d'un courant connu agissant pendant un temps déterminé. Cette graduation une fois faite, le galvanomètre devient, en quelque sorte, un pendule balistique qui donne le temps pendant lequel le même courant exerce son action.

» Parmi les applications que j'en ai pu faire jusqu'à présent, je citerai seulement celle qui est relative à la vitesse d'inflammation de la poudre.

» L'expérience se dispose de la manière suivante : les deux extrémités d'un circuit dans lequel se trouvent le galvanomètre et un élément de Daniell, viennent s'adapter, l'une à la capsule mise en place sur sa cheminée, et l'autre au chien du fusil, toute la batterie étant bien isolée du canon; une portion du fil passe devant le bout du canon, à quelque distance, de manière à être coupée par la balle à l'instant où elle sort. Voilà tout l'appareil. Lorsqu'on tire, le courant passe donc pendant tout le temps qui s'écoule, depuis l'instant où le chien frappe la capsule jusqu'à l'instant où la balle coupe le fil. Les déviations produites dans diverses expériences faites avec la même charge de poudre sont parfaitement concordantes; les observations se font avec la plus grande facilité, et avec la charge dont j'ai fait usage, les valeurs extrêmes sont $\frac{1}{140}$ et $\frac{1}{150}$ de seconde, pour le temps qui s'écoule entre l'instant où la capsule est frappée et l'instant où la balle sort du canon.

» En variant les charges, en prenant des poudres de diverses qualités et des armes différentes à canons ordinaires ou à canons rayés, on pourra aisément déterminer, dans tous les cas, le temps dont il s'agit.

» Pour appliquer le même principe à la recherche des vitesses d'un projectile en divers points de sa trajectoire, il suffit de disposer sur sa route un système de fils de soie, et plus loin un système de fils conducteurs; de telle sorte qu'en rompant le fil de soie, le projectile établisse la communication électrique, et qu'en rompant le fil conducteur, il la supprime; la déviation observée donnera le temps du passage. Seulement il faudra tenir compte du temps nécessaire au débandement du ressort qui doit établir la communication à l'instant où le fil de soie est coupé. Ce temps se détermine lui-même

très-facilement, comme on peut déterminer aussi le temps du choc des corps élastiques; ce temps est très-court: dans les essais que j'ai faits, il a varié de $\frac{1}{1500}$ à $\frac{1}{2000}$ de seconde.

» Le principe dont j'essaye de donner ici une idée, et sur lequel j'appelle l'attention des physiciens, n'est pas seulement applicable à la mesure du temps pendant lequel s'accomplissent les effets mécaniques les plus rapides; il pourra, j'espère, être d'un grand secours comme moyen de déterminer les intensités des courants électriques eux-mêmes, surtout les intensités des courants que l'on appelle *instantanés*, c'est-à-dire ceux qui sont produits par l'électricité ordinaire et par les phénomènes d'induction.

» La graduation précise des galvanomètres exige des mouvements de rotation très-uniformes; on peut sans doute obtenir cette uniformité avec des mécanismes d'horlogerie, mais je suis porté à croire qu'on les obtiendra avec plus de facilité au moyen d'une machine électromagnétique convenablement disposée, et c'est peut-être là le service le plus immédiat que l'on puisse attendre de ces sortes de machines. »

COLORIAGE PAR IMPRESSION. — M. **Dufrénoy** présente, au nom de M. **Élie de Beaumont** et au sien, un exemplaire du *tableau d'assemblage de la Carte géologique colorié par impression.*

« Cette carte, qui a $0^m,57$ de large sur $0^m,52$ de haut, comprend vingt-trois couleurs, outre le tracé en noir; il a par conséquent fallu la soumettre à vingt-quatre tirages successifs, et avec des pierres différentes. Malgré cette multiplicité de tirages, les contours les plus délicats, les dessins les plus minutieux sont rigoureusement observés. Les bandes de terrains qui ont moins de 1 millimètre de largeur sont parfaitement distinctes les unes des autres; la concordance des couleurs et des lignes qui marquent la séparation des terrains est tellement exacte, qu'elle supporte un examen à la loupe.

» MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy croient donc que le problème du coloriage par impression, qui occupe la typographie depuis de longues années, est maintenant complétement résolu. Cet honneur appartient à l'Imprimerie royale, qui, de concert avec l'administration des Mines, s'est livrée depuis deux ans à des essais longs et coûteux; mais leur désir de faire une chose utile à l'art typographique n'aurait eu aucun succès sans l'esprit ingénieux du chef de la lithographie de l'Imprimerie royale, M. **Derenémesnil**, auquel sont dus les procédés nouveaux qui ont été employés pour ce travail.

» L'honorable directeur de l'Imprimerie royale ayant désiré faire participer le public à cette belle invention, et rendre en même temps justice à son in-

venteur, a bien voulu adresser à M. Dufrénoy la Note ci-après (p. 1394), comprenant la description du procédé de M. Derenémesnil, en l'autorisant à la communiquer à l'Académie des Sciences. »

M. **Alex. Brongniart**, en offrant à l'Académie les deux volumes de son *Traité des Arts céramiques* et l'atlas de tableaux et de planches qui l'accompagne, s'exprime ainsi :

« J'ai cherché à réunir dans cet ouvrage, aux pratiques de l'industrie, les principes scientifiques qui doivent les éclairer.

» Les recherches et les expériences que j'ai faites à ce sujet, conjointement avec les habiles chimistes qui ont travaillé successivement dans mon laboratoire, à la Manufacture royale de porcelaines, ont amené quelques résultats généraux qui pourront intéresser les savants et les praticiens.

» Je me permets d'en signaler quelques-uns :

» 1°. La découverte faite par M. le duc de Luynes, de la qualité remarquable du vernis noir des vases grecs, plus inaltérable qu'aucun des vernis plombifères qu'on a été si longtemps à découvrir, a été constatée par de nouvelles expériences et par les analyses faites dans le laboratoire de Sèvres par M. Salvetat.

» 2°. L'impossibilité de faire des pâtes céramiques et notamment de la porcelaine avec les éléments qui les composent, quand on les prend isolément, circonstance remarquable déjà signalée dans mon second Mémoire sur les Kaolins, a été confirmée par de nouvelles expériences.

» 3°. Les rapports qui se trouvent dans le chauffage d'un four, entre la quantité de combustible employé pour cuire les enveloppes et celle qui sert à cuire les matières utiles, établis par de nombreuses expériences, montrent l'importance d'apporter de grandes améliorations au mode de cuisson usité jusqu'à présent.

» 4°. Des recherches expérimentales sur la propriété des pâtes argileuses qu'on appelle *plasticité*, indiquent ce que c'est que cette propriété et dans quelles circonstances elle se développe.

» 5°. Des expériences très-nombreuses sur *le retrait* ou *diminution de volume par la cuisson*, des pâtes céramiques, fait voir que ce changement n'est pas uniquement dû à l'expulsion complète de l'eau par une haute température, mais aussi au rapprochement des parties par un commencement de fusion.

» 6°. Des recherches sur la densité des pâtes céramiques ont amené des résultats inattendus qui nous ont paru nouveaux et qui semblent avoir établi

cette singulière loi, que *la densité des pâtes céramiques, déterminée par le poids spécifique des poussières,* diminue en raison inverse *de leur cuisson,* et que *cette diminution se présente dans une même pâte à mesure qu'elle cuit.* Ce phénomène si remarquable a d'abord été dévoilé par la connaissance que j'ai voulu acquérir de la pesanteur spécifique comparée de toutes les sortes de poteries, et par le soin que M. Laurent a mis à déterminer avec exactitude ces pesanteurs. Il a été confirmé par les observations répétées à de grandes distances par les habiles chimistes qui ont successivement travaillé dans le laboratoire de Sèvres et dont les noms, cités dans mon ouvrage, doivent inspirer toute confiance dans ces résultats inattendus.

» 7°. Une détermination assez précise, donnée par mon pyromètre à barre d'argent, des températures auxquelles cuisent les couleurs vitrifiables employées dans la peinture sur porcelaine, détermination rapportée au thermomètre centigrade, d'après les règles établies par M. Prinseps, à l'aide de ses alliages, et par M. Pouillet au moyen du pyromètre à air.

» 8°. La composition des couleurs vitrifiables ramenée à des principes de proportions certaines par des préparations, ou nouvelles ou toutes répétées d'après ces principes.

» Je ne dois pas pousser plus loin cette indication des objets que j'ai cru devoir choisir, pour que l'Académie pût prendre une idée du caractère que j'ai cherché à donner à l'ouvrage que j'ai l'honneur de lui présenter. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur le développement des Annélides, faites sur les côtes de Sicile; par* M. **Milne Edwards.**

La lecture de ce Mémoire, n'ayant pu être achevée faute de temps, sera reprise dans la prochaine séance.

RAPPORTS.

M. **Dutrochet**, au nom de la Section d'Économie rurale, s'exprime ainsi :

« Monsieur le Ministre des Finances, par sa Lettre du 18 novembre 1844, a invité l'Académie à examiner un projet qui lui a été soumis par M. **Halna du Frétay**, projet relatif à l'amélioration des forêts. L'Académie a renvoyé cet examen à sa Section d'Économie rurale. C'est du résultat de cet examen que nous avons l'honneur de vous rendre compte.

» M. Halna du Frétay annonce à M. le Ministre des Finances qu'il a découvert un procédé à l'aide duquel il augmenterait considérablement la rapi-

dité de l'accroissement des bois, en sorte qu'il résulterait de son emploi un très-grand avantage pour les possesseurs de forêts, et par conséquent pour l'État, duquel M. du Frétay espère obtenir une récompense, gardant, d'ici là, le secret de son procédé.

» Nous faisons remarquer à l'Académie qu'il est contre les usages de se livrer à l'examen d'une découverte sur laquelle ses Commissaires ne pourraient appeler un jugement public.

» En conséquence, nous proposons à l'Académie de répondre à M. le Ministre des Finances que le procédé secret de M. du Frétay ne peut devenir l'objet d'un Rapport de la part de la Section d'Économie rurale. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un associé étranger, en remplacement de feu M. *Dalton*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 55,

M. Faraday obtient	34	suffrages.
M. Jacobi.	19	
M. Buckland.	1	
M. Melloni........	1	

M. **Faraday**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur les rapports qui existent entre la figure des continents et les directions des chaînes de montagnes; par* M. **Pissis**. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Arago, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« L'objet principal de ce Mémoire est d'étudier les rapports des directions des côtes avec celles des chaînes de montagnes. En considérant dans leur ensemble, et telles qu'on les verrait à une grande distance, les parties émergées de la surface du globe, l'auteur arrive d'abord à cette conséquence, que plusieurs continents, tels que l'Afrique, l'Amérique du Sud et la Nouvelle-Hollande, se ramènent à des figures fort simples données par des polygones dont les côtés sont des arcs de grands cercles. Il compare ensuite les directions

des côtes d'une moindre étendue, telles que celles qui produisent les angles rentrants ou saillants, aux côtés de ces mêmes polygones, et il fait voir qu'en général, elles sont parallèles à ces côtés. Ainsi, l'Amérique du Sud peut être représentée par un pentagone sphérique dont les côtés seraient en allant du nord au sud, l'arc joignant l'entrée du golfe de Maracaïbo au cap San-Roque, celui qui joindrait ce cap à la Terre-de-Feu, un troisième allant de la Terre-de-Feu à Arica, le quatrième d'Arica au cap Blanc, enfin, le dernier, du cap Blanc au golfe de Maracaïbo; tandis que les grandes inflexions que présentent les côtes correspondant à chacun de ces côtés se trouvent parallèles à ces mêmes arcs. Telles sont les directions du sud au nord que présente la côte entre Pernambuco et le détroit de Magellan, et qui sont parallèles à la côte du Chili; la grande dépression occupée par la Plata, qui est parallèle au quatrième côté; enfin, le golfe de Maracaïbo et la baie de Guayaquil, qui sont parallèles au cinquième. Les premiers rapports une fois reconnus, l'auteur détermine par le calcul, et à l'aide des coordonnées géographiques des extrémités de chaque côte, la position du cercle qui en représente la direction; suivant ensuite chacun de ces cercles autour du globe, et leur comparant les directions de toutes les côtes qui se trouvent dans leur voisinage, il est conduit aux résultats suivants:

» Les lignes qui forment les limites des continents sont toutes représentées dans leurs directions par quinze grands cercles, et se trouvent comprises dans des zones dont la largeur dépasse rarement 30 degrés, et qui se trouvent comprises entre deux plans parallèles à ces cercles.

» Ces quinze cercles partent de quatre intersections communes, correspondant, soit à de grandes dépressions du sol, soit aux extrémités des continents.

» Le premier de ces centres d'intersection se trouve placé un peu au sud de l'Espagne et à l'entrée du détroit de Gibraltar; il en part six cercles qui donnent les directions de toutes les côtes voisines.

» Le second, formé par l'intersection de quatre cercles, correspond à l'extrémité sud de l'Indostan.

» Le troisième occupe l'extrémité sud de l'Afrique.

» Enfin le quatrième est situé entre le Groënland et l'Islande.

» Dans la seconde partie de ce Mémoire, l'auteur compare les directions des chaînes de montagnes à celles des cercles précédents, et il démontre que toutes les grandes chaînes du globe et les lignes de soulèvement, reconnues par M. Élie de Beaumont, sont représentées dans leurs directions par ces quinze cercles; de telle sorte que les lignes qui forment les limites des terres

émergées, leurs grandes dépressions et les lignes les plus saillantes de leur relief se trouvent ramenées à quinze systèmes de directions. »

En déposant sur le bureau de l'Académie le Mémoire dont on vient de lire l'extrait, M. Élie de Beaumont y a joint l'extrait suivant d'une Lettre que M. Pissis lui a adressée.

« Paris, le 11 décembre 1844.

» Je dois m'embarquer le 15 de ce mois pour *Arica*, et aller de là à *Potosi*, » où j'ai accepté un poste d'ingénieur que le gouvernement de ce pays » m'avait proposé. Si, pendant mon séjour dans cette contrée, je pouvais » faire quelques observations de nature à vous offrir de l'intérêt, croyez » que ce serait avec un grand plaisir que je m'en occuperais. La Cordilière, » quelque étudiée qu'elle ait été, doit présenter encore bien des régions » inconnues, et si, sous le point de vue géologique, j'avais quelques obser- » vations importantes, je vous demanderais la permission de vous les com- » muniquer. J'avais aussi bien des conseils à vous demander sur un Mémoire » dont je vous avais parlé au commencement de cette année. Je l'ai terminé » autant qu'il m'a été possible de le faire ; je le laisse avec cette Lettre pour » qu'il vous soit remis, et, si vous jugez qu'il offre quelque intérêt pour la » science, je vous prierais de vouloir bien les soumettre au jugement de » l'Académie et d'en disposer comme vous l'entendrez. »

TYPOGRAPHIE. — *Note sur le coloriage des cartes géographiques et des plans par la lithographie.* (Communiquée par le Conseiller d'État, directeur de l'Imprimerie royale, à M. *Dufrénoy*, ingénieur en chef des Mines.)

(Commissaires, MM. Arago, Dumas, Élie de Beaumont, Poncelet, Dufrénoy, Gambey.)

« L'impression lithographique en couleurs n'est pas nouvelle : depuis près de vingt ans, on la pratique en Allemagne, et déjà, en France, le colonel Raucourt donnait à ce sujet, dès 1819, dans un traité fort remarquable sur la lithographie, quelques indications théoriques de nature à conduire à de bons résultats (1).

» MM. Engelmann et Graft, à Paris, par les produits qu'ils ont mis au

(1) Mémoire sur les expériences lithographiques faites à l'École royale des Ponts et Chaussées; in-8°. Toulon, 1819, p. 198.

jour depuis plusieurs années, et par la manière intelligente avec laquelle ils ont exercé cette industrie, lui ont acquis, dans les arts, sous le nom de *chromolithographie*, une place assez distinguée.

» Mais si ces deux artistes et les lithographes qui, en même temps qu'eux, se sont livrés à l'impression en couleurs, ont obtenu quelques succès, il importe de constater qu'ils ont uniquement dirigé leurs efforts vers la reproduction plus ou moins heureuse des estampes coloriées au pinceau, après avoir échoué devant les difficultés réelles que présente la coloriation des cartes et le lavis des plans, qu'ils considèrent encore aujourd'hui comme impraticables.

» Dans le coloriage des dessins, en effet, l'emploi des couleurs est combiné de telle sorte qu'on arrive presque toujours au but qu'on s'était proposé, soit qu'on les fixe à la place même qui leur est strictement assignée, soit qu'elles s'en écartent sensiblement dans un sens ou dans un autre. C'est par cette raison qu'on néglige d'arrêter les contours, et qu'on applique d'abord les teintes les plus pâles, les teintes foncées étant destinées à combler plus tard les lacunes qui se produisent trop fréquemment entre les premières. De là naissent toutefois les tons neutres et lourds qui affectent si désagréablement la vue dans les productions de ce genre.

» Nous ferons remarquer, en outre, que la dimension de ces sortes de dessins est fort limitée, et que le mérite de leur exécution décroît en raison directe de l'augmentation du format.

» Le coloriage des cartes exige impérieusement, au contraire, que les contours soient fortement et franchement accusés, et que les couleurs, appliquées avec justesse, recouvrent, d'une manière précise, les surfaces auxquelles elles sont affectées, sans les déborder, et sans empiéter les unes sur les autres. Ce coloriage doit ainsi pouvoir s'effectuer en général sur des formats de grande dimension.

» Au reste, pour mettre à même de bien apprécier la valeur des observations qui précèdent, ainsi que le degré d'importance des moyens imaginés pour obtenir de la lithographie un coloriage des cartes aussi parfait que celui exécuté par les mains les plus habiles, il est utile de faire connaître d'abord, aussi brièvement que possible, les procédés en usage aujourd'hui pour l'impression chromolithographique.

» Les lithographes, imitant en cela les fabricants de papiers peints, divisent le motif, ou le sujet qu'ils ont en vue d'exécuter, en autant de parties qu'ils veulent y employer de couleurs; ce qu'ils obtiennent ordinairement en prenant un nombre égal de calques *partiels*, lesquels sont reportés isolément

chacun sur une pierre, et servent de guide à l'artiste dessinateur pour l'exécution du travail qui le concerne. On a soin, par conséquent, de ne décalquer sur la pierre affectée à la couleur brune, ou qu'on destine à surcharger, des teintes claires pour les modifier, ou enfin pour combler les intervalles laissés en blanc par suite des imperfections du travail. Il en est de même pour les autres couleurs, et, dans cet état, l'ensemble du dessin, ainsi fractionné, ressemble tout à fait aux pièces de ces jeux de patience que l'on donne aux enfants, dans le double but de les amuser et de les instruire; mais, ici, c'est la presse lithographique qui se charge de l'assemblage des diverses parties.

» A cet effet, après avoir tracé à distance égale, sur chaque pierre, à leurs bords opposés, des points dits de *repère* qui aideront l'imprimeur dans la mise en train, ou le *calage*, une de ces pierres est placée par lui sur une presse munie d'un châssis à répérer, dans le centre de laquelle il cherche à la mettre aussi exactement que possible; puis il l'y maintient au moyen de vis destinées à cet usage. Ces préparatifs étant achevés, il procède au tirage de la première couleur, en même temps qu'il pratique un ou plusieurs petits trous aux extrémités de chaque exemplaire, à l'aide des pointes dont sont armées les bandes mobiles du châssis et sur lesquelles on applique toutes les feuilles alors qu'elles reçoivent la pression. Changeant successivement de pierre, on opère de la même manière, et autant de fois qu'il y a de couleurs, en se servant des trous ménagés dès le début pour retenir les feuilles dans une situation telle, que les raccords puissent s'effectuer le mieux possible.

» Diverses causes tendent cependant à contrarier sans cesse les dispositions arrêtées dans ce but, et à détruire les effets qu'elles étaient appelées à produire. Ces causes, au nombre de quatre, consistent :

» 1°. Dans les différences, si légères qu'elles soient, qui résultent toujours du fractionnement du dessin et de son exécution d'après des calques *partiels;*

» 2°. Dans l'allongement du papier;

» 3°. Dans la difficulté extrême de placer la pierre bien parallèlement aux règles du châssis à répérer;

» 4°. Enfin, dans l'agrandissement ou le déchirement des trous de pointure.

» Les défauts qui se manifestent, aux points de contact, entre les diverses parties qui constituent le dessin, lors de la réunion de ces parties, sont dissimulés, comme on l'a dit plus haut, par les débords de couleur qu'on laisse subsister à dessein à leur périphérie.

» La seconde cause d'erreur, l'allongement du papier, qui résulte ordi-

nairement, soit de la portion d'humidité qu'il a puisée dans l'atmosphère, soit de son contact répété avec la pierre imprégnée elle-même d'une quantité d'eau assez notable, soit enfin de son passage réitéré sous le rateau de la presse; l'allongement du papier, disons-nous, produit ainsi l'allongement de la portion ou des portions de dessin déjà imprimées, ce qui rend le raccord parfait impossible. Dans ce cas, comme dans le précédent, c'est aux débords de la couleur qu'on a recours comme moyen de rectification.

» On pourrait, il est vrai, à chaque épreuve, changer la position de la pierre relativement à la feuille, ou la position de la feuille relativement à la pierre, pour partager ainsi les différences; mais avec les châssis à répérer en usage, avec les points de repère adoptés, cette opération ne peut se faire que par tâtonnement et demande un temps considérable lorsqu'on n'a pas, malheureusement, le hasard pour auxiliaire. On concevra dès lors que, cette fois encore, les débords de couleur soient l'unique moyen de correction usité.

» Quant à l'agrandissement des trous de repère, résultant de la traction et de la propulsion exercées à la fois aux deux extrémités de la feuille lors de son passage sous le rateau, il est tel, qu'après cinq ou six tirages, ces trous sont hors de service, et présentent, on le voit, un obstacle insurmontable à l'application, même à peu près exacte, d'un plus grand nombre de couleurs.

» L'examen des causes d'erreurs que nous venons de signaler, et qui, jusqu'à présent, ont arrêté les imprimeurs dans leurs tentatives de coloriage lithographique appliqué aux cartes, nous conduit naturellement à la description des procédés mis en usage à l'Imprimerie royale, pour colorier la *feuille d'assemblage de la Carte géologique de France.*

» Cette feuille, dont le cadre présente une superficie de 57 centimètres de large sur 52 centimètres de haut, est recouverte, outre le tracé, tiré en noir, de *vingt-trois* teintes plates, différentes, bien tranchées, servant à désigner la nature des terrains qui constituent le sol de la France; ces teintes, réparties sur une infinité de points de la surface, affectent les formes les plus variées et sont, pour un très-grand nombre, d'une telle ténuité, qu'elles couvrent à peine 1 millimètre carré. Elles sont, de plus, séparées entre elles par de légers contours en lignes ponctuées qu'il est surtout interdit au coloriste de franchir. En un mot, ce travail réunit, à un extrême degré, tous les genres de difficultés.

» Disons maintenant comment on a cherché à les vaincre :

» La carte d'assemblage avait été gravée sur cuivre; on s'est donc trouvé dans la nécessité d'en exécuter un report sur pierre. Divisant ensuite ce

report en quatre parties égales, par deux lignes au *crayon* se coupant à angle droit au centre du cadre, on a recouvert d'encre la portion seulement de ces lignes située aux extrêmes bords de la pierre; puis on a dressé, également à l'encre, à l'un des angles de la pierre opposé à celui contenant l'échelle des couleurs de la carte, une échelle semblable, mais d'aussi petite dimension que possible, et renfermant un nombre égal de cases. Ce travail préparatoire achevé, on a tiré sur cette pierre, que nous nommerons *pierre matrice,* sur du papier bien sec, vingt-trois empreintes, qui ont été à l'instant même décalquées sur autant de pierres préparées à cet effet. On a eu soin, à chaque tirage d'épreuve, de laisser bien sécher la pierre matrice avant d'y appliquer la feuille de papier; on a eu soin également de s'assurer que cette feuille ne s'était pas allongée sous le rateau, en comparant la dimension des cadres de chaque empreinte avec celle du cadre de la pierre matrice; car, si l'opération est bien faite, elles doivent être identiquement les mêmes; dans le cas contraire, il faudra recommencer et remplacer les empreintes défectueuses.

» On a obtenu, par ce moyen, vingt-trois tracés entièrement semblables, pour l'ensemble aussi bien que pour les détails, et pourvus, en outre, de lignes de repère invariables, soit pour le calage, soit pour le raccord des couleurs.

» Les empreintes ont été remises, en cet état, à l'écrivain lithographe, qui a rempli à l'encre, sur l'empreinte destinée à colorer en rouge, les contours affectés au rouge; sur l'empreinte destinée au bleu, les contours assignés à cette couleur, et ainsi des autres. On a obtenu de la sorte des planches de coloriage découpées, pour ainsi dire, les unes dans les autres, d'une exactitude rigoureuse, et ne laissant entre elles d'autre intervalle, d'autre solution de continuité que les lignes ponctuées servant à leur délimitation.

» Passant ensuite au tirage, la pierre matrice a été placée sur la presse dans une situation telle, que les lignes de repère tracées à l'encre sur les bords de ladite pierre, ainsi qu'on l'a expliqué plus haut, se trouvaient en rapport direct avec les lignes correspondantes inscrites, pour cet usage, sur le milieu de la longueur de chacune des règles et de chacune des bandes du châssis à répérer. En se conduisant ainsi, on acquérait la certitude que le cadre était régulièrement placé, bien carrément surtout, au centre du châssis, et qu'en opérant de même pour les autres pierres, quel qu'en fût le nombre, elles se trouveraient toutes dans une position d'une scrupuleuse identité relativement au châssis.

» Voici, maintenant, quelles furent les dispositions prises pour la préparation du papier :

» On choisit du papier fabriqué à la mécanique, préférablement à du papier vélin fabriqué à la forme, parce que ce dernier, par suite du mode employé pour sa confection, est plus susceptible d'éprouver un allongement considérable. On s'était assuré d'abord qu'il contenait peu ou point d'humidité, en prenant, dans la rame, deux feuilles reconnues de poids égal, en faisant sécher l'une à l'étuve, pour la comparer ensuite à l'autre ; la différence de pesanteur entre les deux feuilles devant accuser la présence plus ou moins sensible de l'humidité.

» Le papier se trouvant dans les conditions de siccité désirables, a été soumis, à plusieurs reprises, à une sorte de laminage, très-énergique, entre les cylindres d'un appareil à glacer le papier. Cette opération, en aplatissant le grain du papier, en l'assouplissant, a eu surtout pour effet de diviser les fibres de la pâte dans le sens de leur longueur, de les raccourcir, par conséquent, et de les soustraire en partie aux effets produits par les variations hygrométriques de l'atmosphère.

» Ces dispositions faites pour remédier à l'allongement du papier, il restait à prévenir l'agrandissement ou même le déchirement des trous de pointure qui, percés dans le papier, fournissent difficilement plus de cinq ou six tirages, la pâte, si compacte qu'elle soit, ne pouvant résister à une traction considérable exercée sur des points d'attache isolés, de la grosseur d'une aiguille, et qui tendent sans cesse à la diviser.

» On prit donc des feuilles de laiton laminé, de l'épaisseur de celles qui servent à revêtir les bâtons d'ameublement dont les tapissiers font usage ; on les divisa en petites plaques de 15 millimètres de longueur sur 5 de large ; puis, après les avoir repliées en deux, dans le sens de leur largeur, elles furent collées, avec de la gomme arabique étendue d'eau, mais assez consistante, aux extrémités de chaque feuille, où on les laissa bien sécher. On mit ces extrémités en contact, lors du premier tirage, avec les pointes du châssis à répérer, lesquelles pointes, pénétrant la feuille ainsi revêtue sur ses deux faces par les plaques métalliques, établirent des points d'attache permanents, invariables dans leur diamètre, s'ajustant à frottement sur les pointures d'une manière parfaite, et d'une solidité, d'une résistance telles, que cinquante tirages ne suffiraient pas pour les altérer.

» Les feuilles de papier ainsi préparées, le tirage des vingt-trois pierres a été exécuté sans présenter de difficultés graves, mais sans qu'on négligeât néanmoins aucune des précautions et des soins de détail ayant pour but

notamment d'isoler le papier de tout contact avec des corps humides; de le recouvrir d'ais en bois sec et épais lorsqu'on n'en faisait point usage, comme aussi de s'assurer, à la reprise de chaque pierre, à l'aide d'un étalon quelconque, que le papier avait conservé ses dimensions primitives.

» Enfin, pour remplir toutes les conditions d'un travail aussi compliqué, le châssis à répérer en usage dans les imprimeries du commerce avait besoin de subir dans ses détails, sinon dans son ensemble, de notables modifications. Il devait être pourvu d'un appareil simple, mais d'une sensibilité telle, qu'il fût possible de mouvoir la feuille, dans le sens de sa hauteur comme dans celui de sa largeur, de quantités si minimes, que souvent elles n'excèdent pas un dixième de millimètre; il fallait aussi que, parti d'un point déterminé, on pût y revenir avec prestesse, sans hésitation, sans tâtonnement; en un mot, il fallait que le châssis permît à la feuille de se déplacer sur la pierre qui, dans notre système, est invariablement arrêtée sur la presse.

» La figure 1, comparée à la figure 2, qui représente le châssis du commerce, fera mieux comprendre qu'une explication détaillée, la nature des changements opérés dans la disposition de ce châssis, et reconnus indispensables pour parvenir au résultat demandé.

» Nous ajouterons que la feuille d'assemblage de la carte géologique a été coloriée à l'aide des procédés lithographiques que nous venons de décrire; nous regrettons toutefois de n'avoir pu faire d'une manière plus brève et avec plus de clarté. »

M. **Aimé** présente un Mémoire sur les *courants de la Méditerranée*, et particulièrement sur deux *instruments à l'aide desquels on peut déterminer la vitesse et la direction des courants à toute profondeur.*

(Commission précédemment nommée.)

M. **Blaud** adresse de Beaucaire une réclamation relative à une Note de M. *Guérin-Méneville*, sur un *insecte qui attaque les olives.*

Cette réclamation est renvoyée à l'examen de la Section de Zoologie qui avait eu à s'occuper de la Note de M. Guérin.

M. **Gauthier** présente une nouvelle rédaction de son Mémoire sur une disposition particulière de *chaudières à vapeur*, en demandant qu'elle soit substituée à celle qu'il avait soumise au jugement de l'Académie, dans sa séance du 25 novembre.

(Renvoi à la Commission des machines à vapeur.)

M. Seiler adresse une Note sur les applications diverses que l'on peut faire d'un *appareil de ventilation* qu'il a imaginé.

(Commissaires, MM. Despretz, Gambey.)

CORRESPONDANCE.

M. Savigny, en adressant un exemplaire imprimé de son travail sur les oiseaux d'Égypte, s'exprime ainsi :

« Des intentions que je ne chercherai pas à dissimuler me font, en ce moment, adresser à l'Académie un exemplaire de mes *Observations sur le système des oiseaux de l'Égypte et de la Syrie*. Ces observations, imprimées en 1810, avaient pour objet d'éclaircir plusieurs difficultés relatives à la classification, à la nomenclature, souvent même à l'histoire vraie ou fabuleuse des oiseaux de l'Égypte, et devaient paraître dans le grand ouvrage que le Gouvernement faisait publier sur cette contrée. Elles en ont été depuis retranchées, et il ne subsiste plus de cet écrit que le très-petit nombre d'exemplaires tirés à part dans le temps et mis immédiatement à ma disposition. Cependant il m'importe que la connaissance d'un document qui constate la direction d'une partie de mes travaux, avant 1810, ne se perde point. Je supplie donc l'Académie, non-seulement d'agréer l'exemplaire que j'ai l'honneur de lui offrir, et d'en assurer la conservation en le faisant déposer dans sa Bibliothèque, mais encore de vouloir bien ordonner que la Lettre où les motifs de ma supplique se trouvent exprimés soit insérée *textuellement* dans le *Compte rendu* de ses séances.

» J'espère aussi que l'Académie, toujours bienveillante, ne me saura pas mauvais gré d'avoir mis à la suite d'observations déjà si anciennes quelques notes manuscrites relatives à la description des animaux de l'Égypte et propres, les unes, à signaler certaines imperfections de ce travail, les autres, à appeler l'attention sur un complément désirable à bien des égards, mais dont l'exécution, malgré les éléments que j'énumère et que j'ai en effet réunis, aurait besoin d'un ferme et généreux appui pour être tentée avec succès. »

INFUSOIRES. — *Sur les recherches de* M. Ehrenberg *relatives aux Infusoires.* (Extrait d'une Lettre de M. de Humboldt à M. *Valenciennes.*)

« Postdam, 16 décembre 1844.

» M. Ehrenberg a bien agrandi son empire des Infusoires polygastres, à carapaces siliceuses, et celui des Bryozoïdes calcaires. Il a découvert une

foule de nouvelles espèces des premiers dans les eaux prises, sous la glace, près du pôle antarctique par le capitaine Ross. Il en a vu abondamment dans l'eau de mer des tropiques, recueillie dans des zones où elle était parfaitement claire et limpide, et où elle n'offrait aucune trace de changement de couleur. Il en a aussi trouvé dans l'air, dans ces poussières grises, décrites par Darwin, qui obscurcissent l'air jusqu'à cent lieues à l'ouest des îles du cap Vert, et qui forment une espèce de brouillard dangereux pour les navigateurs. Ce sont des carapaces entières ou brisées, de polygastres siliceux, que probablement des trombes soulèvent et emportent au large.

» M. Ehrenberg a trouvé aussi que les Bryozoïdes calcaires, dont les $\frac{8}{9}$ de la craie sont composés, descendent jusqu'au-dessous de la formation du Jura, aux États-Unis jusqu'au Bergkalk; mais les espèces de ces formations ne sont pas les mêmes que celles de la craie. Vous savez, d'ailleurs, que, malgré l'ancienneté de la craie, la moitié des Bryozoïdes calcaires de cette formation vit encore dans la Baltique ou dans l'Océan.

» La pierre ponce, renfermée ou enchâssée dans le trass du Rhin (formation ou éjection volcanique et boueuse), est remplie d'Infusoires siliceux. Il faut bien croire que les petits animaux étaient venus se loger dans les fragments de pierre ponce tombés dans quelque mare d'eau douce, et que ces fragments ont été, après, enveloppés dans une éjection boueuse. Comme la pierre ponce est formée par l'obsidienne, et que les volcans sont une réaction de ce qu'il y a de plus intérieur dans notre planète contre sa croûte extérieure, on ne peut admettre la préexistence des polygastres siliceux dans les cratères. Il faut commencer par recueillir les faits, les hypothèses viendront ensuite.... »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Remarques à l'occasion d'une Note de* M. Élie de Beaumont *sur le rapport qui existe entre le refroidissement progressif de la masse du globe terrestre et celui de sa surface.* (Extrait d'une Lettre de M. **Émile Martin** à M. *Arago.*)

« Dans une communication faite à la séance du 16 décembre 1844, M. Élie de Beaumont, soumettant au calcul la décroissance de la chaleur centrale de notre globe, a admis que la chaleur spécifique des corps considérés en volumes était à peu près la même pour tous.

» Ayant fait, l'hiver dernier, le calcul des chaleurs spécifiques d'un grand nombre de corps libres ou combinés considérés en volumes, je crois pouvoir indiquer que je ne suis point arrivé aux mêmes conclusions.

» J'ai trouvé au contraire que, comparés en volumes, les corps élémen-

taires paraissent se séparer en cinq séries distinctes, et que si l'on donne à la première, qui contient le chrome et l'alumine, la chaleur spécifique égale à 12 pour un volume,

» La seconde, qui contient le fer, le manganèse, le cobalt, le nickel et le cuivre, aura, pour le même volume, la chaleur spécifique égale à 9;

» La troisième, formée par le silicium, le magnésium, le calcium, le strontium, le zinc, le rhodium, le palladium, l'argent, l'iridium, l'or, le platine, l'osmium, le titane, l'arsenic, le molybdène, etc., aura la chaleur spécifique égale à 6;

» La quatrième, comprenant l'antimoine, le cérium, le tellure, le cadmium, l'étain, le thorinium, le vanadium, le barium, le colombium et le mercure, aura la chaleur spécifique égale à $4\frac{1}{2}$;

» Enfin, la cinquième série, qui ne renfermerait jusqu'ici que deux métaux, le bismuth et le plomb, aurait, pour le même volume, une chaleur spécifique égale seulement au quart de la première, c'est-à-dire égale à 3.

» Il m'a paru démontré également que ces corps élémentaires ne possèdent pas seulement ces différentes chaleurs spécifiques à l'état de liberté, mais aussi à l'état de combinaison, de sorte que les corps composés posséderaient la chaleur spécifique moyenne de leurs éléments.

» Cette donnée s'éloigne considérablement, comme on le voit, de celle admise par M. Élie de Beaumont comme à peu près juste.

» Au reste, le Mémoire où sont consignées mes recherches sur les volumes des corps élémentaires pris dans leurs composés neutres et solides, et mes calculs sur leurs chaleurs spécifiques, d'après les grands travaux de M. Regnault sur la matière, est soumis au jugement de l'Académie depuis quatre mois; il a pour titre : *Études sur les proportions chimiques*, et le Rapport qui pourra en être fait jettera, je l'espère, un nouveau jour sur ces questions intéressantes. »

Remarques de M. ÉLIE DE BEAUMONT.

« M. Élie de Beaumont fait observer que le résultat des recherches de M. Émile Martin confirme bien plutôt qu'il ne contredit ce qu'il a lui-même avancé.

» Dans un appendice joint à sa Note dans le dernier *Compte rendu*, p. 1330, M. Élie de Beaumont dit que « en général, les caloriques spécifiques » rapportés au volume de *la plupart* des substances pierreuses et métalliques » sont compris entre les nombres 0,30 et 0,90, dont la moyenne est 0,60. » Ces limites sont entre elles comme 3 : 9; mais comme le calorique spécifique

de l'eau est représenté par 1, il est évident que M. Élie de Beaumont admet des limites qui sont entre elles comme 3 : 10, et cela sans prononcer que ce sont les limites extrêmes; M. Émile Martin établit que les *limites extrêmes* sont comme 3 : 12, ce que M. Élie de Beaumont est très-disposé à admettre sans y voir une contradiction ni même une difficulté nouvelle.

» En effet, les caloriques spécifiques rapportés au volume de la plupart des substances pierreuses et métalliques s'écartent notablement des limites extrêmes et surtout de la limite supérieure, pour se rapprocher de 0,60. Il est donc évident que le calorique spécifique moyen du globe terrestre, considéré comme l'assemblage de toutes ces substances, ne doit pas s'écarter très-considérablement de 0,60 ou de 0,5614, qui serait, suivant M. Élie de Beaumont, la mesure du calorique spécifique rapporté au volume du sol du jardin de l'Observatoire.

» Les résultats numériques obtenus par M. Émile Martin viennent à l'appui d'un fait acquis à la science depuis longtemps, et auquel M. Élie de Beaumont a fait allusion : c'est que parmi les séries de nombres qui expriment les propriétés spécifiques des corps solides, celle qui exprime leurs caloriques spécifiques rapportés au volume est renfermée entre des limites plus étroites que la plupart des autres. Si l'on considère les séries de nombres qui expriment les caloriques spécifiques *rapportés au poids*, ou les *densités*, ou les *conductibilités extérieures*, ou les *conductibilités intérieures*, la différence est frappante. D'après les expériences de M. Despretz et de M. Fourier, les conductibilités intérieures de quelques-uns seulement des corps solides varient comme 11,4 : 1000, ou comme 3 : 262; dans celles de M. Melloni, les pouvoirs émissifs de différentes espèces de surfaces ont varié comme 13 : 100, ou comme 3 : 22,5.

» Parmi les constantes c, h et k, la première est celle à laquelle on peut le plus impunément attribuer une valeur uniforme sans risquer d'altérer profondément les conditions des problèmes de pyraulique auxquels conduit la physique du globe. »

PALÉONTOLOGIE.—*Présence de l'*Anoplotherium *dans les couches les plus inférieures de la période tertiaire du bassin de Paris; par* M. E. Robert.

« Parmi les nombreux ossements de lophiodon, de crocodile, de tortue, etc., associés à des tiges d'yuccacées, que j'ai recueillis à plusieurs reprises dans les parties moyenne et supérieure du calcaire grossier de Nanterre et de Passy, et dont la découverte, qui m'est due, a été annoncée par M. Cordier à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 3 août 1829, je n'ai pu isoler, jusqu'à présent, qu'une mâchoire d'*Anoplotherium leporinum*; la

rareté d'un pareil fossile pourrait faire croire que les lophiodons ont presque seuls le privilége de se rencontrer beaucoup plus bas que leurs congénères, les anoplothériums, les paléothériums, dans les couches tertiaires : cependant, au-dessous du calcaire grossier et au milieu de l'argile plastique, chez M. Rousseau, aux Montalets (commune de Meudon), les ouvriers ont mis à nu un fémur gauche, qui, par ses caractères, me paraît appartenir à la plus commune des espèces d'anoplothériums décrites par Cuvier; elle n'en diffère guère que par une longueur un peu plus grande de l'os, ce qui, du reste, ne peut que la faire rentrer dans les variétés signalées par l'illustre paléontéologue. Voici les proportions comparées à celles des espèces les plus communes :

	Espèces les plus communes (Cuvier).	Espèce de Meudon.
Longueur entre la tête et le condyle interne.	0,36	0,40
Largeur entre la tête et le grand trochanter.	0,12	0,118
Largeur d'un condyle à l'autre.	0,10	0,085
Grand diamètre de la tête.	0,047	0,053
Diamètre de l'os à sa partie moyenne.	0,053	0,053

» Cet os, le plus considérable et le mieux conservé qu'on ait peut-être encore rencontré dans les couches inférieures de notre système tertiaire, est d'un brun foncé à l'extérieur, ainsi que dans sa substance compacte; mais le tissu spongieux est incrusté de pyrites de fer ornées des plus riches couleurs ; ce même tissu est en outre pénétré de très-petits cristaux de sulfate de chaux, minéral qui encroûtait tout l'os de cristaux lenticulaires, disputant même la place à des empreintes de plantes carbonisées. On n'apprendra peut-être pas aussi sans intérêt que, dans le voisinage de son gisement, et un peu au-dessus, on a recueilli, au milieu d'une argile grisâtre riche en graines de chara transformées en hydrate de fer, bon nombre d'amandes de succin aussi pur, aussi limpide, mais plus fragile que celui des bords de la Baltique. »

M. P. Oursel prie l'Académie de hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle a été renvoyé son Mémoire sur les *machines à vapeur employées à la propulsion des navires*.

M. Artur adresse des *calculs relatifs aux effets des trombes*, en n'admettant comme causes de ces phénomènes, que des différences de pression atmosphérique.

M. Jobard communique une observation qu'il a faite sur un obélisque de bronze élevé à Munich. L'eau de pluie qui a couru sur l'airain de cette pyramide, en se déversant sur le granit dont la base est formée, le maintient dans

un état de fraîcheur qui contraste avec l'état des parties voisines de la pierre sur lesquelles ne coule point l'eau chargée de cuivre. M. Jobard pense qu'on pourrait profiter de cette indication pour préserver les monuments publics des cryptogames qui en salissent l'extérieur, au moyen de lotions pratiquées à certaines époques avec une eau légèrement chargée de cuivre.

M. **Brière** écrit relativement à la Note qu'il avait précédemment adressée sur l'*origine des noms et des caractères employés dans notre système actuel d'arithmétique*. Il regrette de ne trouver, dans l'analyse de sa Note insérée au *Compte rendu*, aucune mention d'une opinion qu'il y avait émise et suivant laquelle « nos chiffres européens viendraient de l'alphabet arabe en usage parmi les Africains. »

M. **Arago** a rendu un compte verbal d'un Mémoire dans lequel M. **Donny** établit que de l'eau préalablement privée d'air, peut supporter, sans entrer en ébullition, une température de 135 degrés centigrades.

M. **Paret** adresse une Note sur une nouvelle *Théorie de la chaleur*.

M. **de Ruolz** dépose un paquet cacheté.
L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures. A.

ERRATA.

(Séance du 16 décembre 1844.)

Page 1329, ligne 6, *au lieu de* $\frac{dV}{dt} = -\frac{3g}{R}\cdot\frac{c}{C}$, *lisez* $\frac{dV}{dt} = -\frac{3ga^2}{R}\cdot\frac{c}{C}$

Page 1329, ligne 11, *au lieu de* $\frac{dU}{dt} = -\frac{1}{b}$, *lisez* $\frac{dU}{dt} = -\frac{g}{2bt}$

Page 1333, lignes 17 et 21, *au lieu de* $f\frac{(a + ay)}{1 + y}$, *lisez* $f(a + ay)$

Page 1363, ligne 1re, *au lieu de* des centaines de corps d'animaux vierges...., *lisez* des centaines de corps jaunes trouvés dans les ovaires d'animaux vierges

Page 1363, ligne 23, *au lieu de* ou par celle d'un courant voisin, *lisez* ou par celle d'un aimant voisin

Page 1364, ligne 17, *au lieu de* portson, *lisez* portion

Page 1364, ligne 22, *au lieu de* dans les habitations ne peuvent, *lisez* dans les habitations peuvent

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 25; in-4°.

Traité des Arts céramiques, ou des Poteries considérées dans leur histoire, leur pratique et leur théorie; par M. AL. BRONGNIART; 2 vol. in-8°, avec atlas in-4°.

Observations sur le système des Oiseaux de l'Égypte et de la Syrie; par M. SAVIGNY; 2 feuilles in-fol. (Voir le *Compte rendu* de cette séance, page 1401.)

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome X, n° 5; in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; novembre 1844; in-8°.

Voyage dans l'Inde; par M. V. JACQUEMONT, *pendant les années* 1828 *à* 1832, *publié sous les auspices de* M. GUIZOT; livr. 52-54; in-4°.

Thèse pour le Doctorat en Médecine, présentée et soutenue à la Faculté de Médecine de Paris par M. VINSON. Paris, 1844; in-4°. (Présentée par M. Gaudichaud.)

Bulletin de la Société d'Agriculture de Caen; août 1844; in-8°.

Voyage d'un Médecin homéopathe à Marseille pendant le choléra; par M. PERRUSSEL. Lyon, 1835; in-8°.

Lettres à un ami du progrès sur l'Homéopathie, suivies de plusieurs guérisons remarquables obtenues à l'aide de ses procédés; par le même; 1838; in-8°.

Congrès scientifique de France, onzième session. Angers, 1843. — *Discours sur la dix-huitième question du Programme; par* le même; *suivi d'observations cliniques sur cette même question; par* M. RICHARD. Nantes, 1843; in-8°.

Critique de l'Homéopathie et de l'Allopathie; par M. PERRUSSEL. Nantes, 1843; in-8°.

L'Observateur homéopathe de la Loire-Inférieure, publication destinée à propager et à mettre à la portée de tous la médecine nouvelle, l'Homéopathie; par le même; n° 1er; novembre 1844; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; décembre 1844; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique et de Jardinage; décembre 1844; in-8°.

Journal de Chirurgie; par M. MALGAIGNE; décembre 1844; in-8°.

Influence de l'Ammoniaque et des Sels ammoniacaux sur la végétation; par M. BLANCHET. Lausanne, in-8°.

Le mécanisme des Sensations; par le même; in-8°.

Aperçu de l'Histoire géologique des Terrains tertiaires du canton de Vaud; par le même; in-8°.

Essai sur l'Histoire naturelle des environs de Vevey; par le même; in-8°.

Terrain erratique alluvien du bassin du Léman et de la vallée du Rhône de Lyon à la mer; par le même; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; année 1843, n° 4, et année 1844, n°s 1 et 2; in-8°.

Novorum Actorum Academiæ cæsareæ LEOPOLDINO CAROLINÆ *naturæ curiosorum, tomus vicesimus, seu decadis tertiæ tomus primus.* Breslau et Bonn, 1re et 2e partie; in-4°.

Letters and... *Lettres et Notes sur les mœurs, les coutumes et la condition des Indiens de l'Amérique du Nord; par* M. CATLIN; 2 vol. in-8°, 4e édit. Londres, 1844, avec nombreuses planches faites d'après les dessins originaux de l'auteur.

A Description... *Catalogue descriptif de la collection de* M. CATLIN, *se composant de portraits d'indigènes de l'Amérique du Nord, costumes, peintures représentant des scènes de mœurs et des paysages, etc.;* in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 522; in-4°.

Bestrage... *Essai sur les moyens de connaître le Lait des mammifères à l'état sain et à l'état de maladie; par* M. FUCHS. Berlin, 1841; in-8°.

Die Geologie... *La Géologie considérée dans ses rapports avec les autres Sciences naturelles, Discours prononcé, le* 25 *août* 1843, *à la séance publique de l'Académie royale des Sciences de Munich.* Munich, 1843; in-4°.

Abhandlungen... *Mémoires de l'Académie des Sciences de Bavière, classe des Sciences physiques et mathématiques;* IVe vol., 1re partie. Munich, 1844; in-4°.

Akademischer... *Annuaire de l'Académie des Sciences de Bavière pour l'année* 1844; broch. in-12.

Bulletin der... *Bulletin de l'Académie royale des Sciences de Bavière,* n°s 56-64, 1843, et 1 à 50 de 1844.

Metodo... *Méthode pour rendre permanents les Anneaux colorés par l'iode; par* M. ARNOLDI; brochure d'une demi-feuille. (Extrait du *Giornale arcadico;* octobre 1844; in-8°.)

Gazette médicale de Paris; n° 51; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 147 à 149; in-fol.

L'Écho du Monde savant; n°s 46 et 48.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 DÉCEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Observations sur le développement des Annélides, faites sur les côtes de la Sicile; par* M. MILNE EDWARDS.

« En appelant l'attention des zoologistes sur les rapports intimes qui me paraissent exister entre le mode de développement des animaux et les affinités respectives de ces êtres, je ne me suis pas dissimulé la gravité de quelques-unes des objections que l'on pouvait faire contre ma manière de voir; mais, convaincu de la vérité des principes sur lesquels je m'appuyais, j'ai cru pouvoir, pour le moment, négliger ces difficultés, et ne prendre en considération que l'ensemble des faits les mieux établis dans la science, me promettant, toutefois, de saisir la première occasion pour soumettre à un nouvel examen chacun des cas particuliers qui semblaient faire exception aux règles générales ainsi établies.

» Une des discordances entre la théorie et l'observation dépendait de la forme transitoire qu'un zoologiste habile, M. Löven, de Stockholm, avait signalée chez un jeune Annélide.

» Effectivement, des considérations que j'ai développées ailleurs m'avaient conduit à penser que les affinités zoologiques sont proportionnelles à

la durée d'un certain parallélisme dans la marche des phénomènes génésiques chez les divers animaux; de sorte que les êtres en voie de formation cesseraient de se ressembler d'autant plus tôt qu'ils appartiennent à des groupes distincts d'un rang plus élevé dans le système de nos classifications naturelles, et que les caractères essentiels, dominateurs, de chacune de ces divisions résideraient, non pas dans quelques particularités de formes organiques permanentes chez les adultes, mais dans l'existence plus ou moins prolongée d'une constitution primitive commune, du moins en apparence.

» Si tel est réellement le principe qui règle les rapports des animaux entre eux, il faut que la ressemblance entre les espèces appartenant à un même embranchement soit toujours d'autant plus grande que l'embryon est plus jeune, et que du moment où les caractères d'un type primitif quelconque se sont prononcés, les métamorphoses organiques subies par le nouvel être ne puissent amener que des modifications secondaires sans rompre jamais les affinités précédemment établies; il faut que l'animal en voie de formation ne puisse revêtir successivement des formes propres à deux embranchements différents; que l'embryon d'un Vertébré, par exemple, ne soit jamais comparable à un Mollusque, ni les Mollusques affecter le mode d'organisation propre au type des Annelés.

» Dans l'immense majorité des cas constatés jusqu'ici, on ne peut, ce me semble, méconnaître l'existence de ce rapport entre l'ordre chronologique des phénomènes de développement et l'ordre hiérarchique des divisions naturelles du règne animal. Mais, d'après quelques observations de M. Löven, on pourrait croire que les Annélides font exception à cette règle, car la jeune larve que ce zoologiste a décrite comme appartenant probablement à la famille des Néréidiens, paraîtrait n'acquérir les caractères propres à l'embranchement auquel elle appartient, qu'après avoir eu la forme d'un Polype (1).

» Une anomalie semblable aurait beaucoup diminué la valeur des conclusions auxquelles j'étais arrivé; mais, avant de l'admettre, j'ai cru devoir étudier de nouveau les principales phases du développement de l'organisation chez les Annélides, sujet qui a été jusqu'ici à peine abordé, et qui, indépendamment de toute considération accessoire, me paraissait digne d'intérêt. Je m'en suis donc occupé dès mon arrivée en Sicile, et j'ai eu la

(1) *Voyez* la fig. 1, dans laquelle M. Löven représente le premier état de sa larve. (*Annales des Sciences naturelles*, 2e série, tome XVIII, Pl. IX.)

satisfaction de voir que, loin d'être en désaccord avec les idées que je viens de rappeler touchant la subordination des affinités naturelles des animaux à la durée du parallélisme dans la direction des phénomènes génésiques, l'embryologie des Annélides fournit de nouveaux arguments à l'appui de cette théorie.

» Mes premières observations ont été faites sur des Térébelles dont une grande espèce, qui ne me paraît pas différer de la *Terebella nebulosa* de Montagu, est assez commune sur la côte septentrionale de la Sicile, et se prête parfaitement bien à ce genre d'études; car ses œufs, d'un jaune ferrugineux, se développent au milieu d'une masse gélatineuse qui reste adhérente à l'entrée du tube, habitée par la mère. En examinant avec attention les rochers sous-marins où se cachent les Térébelles, j'ai pu, à raison de cette circonstance, me procurer un grand nombre de ces œufs sans avoir d'incertitude relativement à leur origine, et, en les plaçant dans un vase rempli d'eau de mer, il m'était facile de les conserver en vie et d'en suivre le développement. (Suit la description de ces œufs et de l'embryon qui s'y forme.)

» C'est dans un état d'imperfection extrême que les jeunes Térébelles se dépouillent de la tunique vitelline de l'œuf qui paraît être résorbée. En naissant, elles ne ressemblent en rien à l'adulte, et, à priori, il serait même impossible de deviner à quelle classe elles appartiennent; on voit seulement que ce sont des animaux annelés de la grande division des Vers.

» Effectivement, l'embryon, ramassé en boule dans l'intérieur de l'œuf, s'allonge alors, prend une forme ovoïde, et commence à se mouvoir à l'aide d'une multitude de cils vibratiles. Dans ce moment les jeunes Térébelles paraissent, au premier abord, avoir de l'analogie avec les larves de certains Zoophytes, celles des Polypes et des Méduses par exemple; mais cette ressemblance ne tient qu'à leur état de contraction, et bientôt on les voit s'allonger davantage, se rétrécir postérieurement, et faire saillir à l'extrémité opposée de leur corps un lobe arrondi dépourvu de cils, et portant en dessus, de chaque côté, un point oculiforme de couleur rouge. Elles deviennent dès lors binaires et symétriques par rapport à une ligne médiane droite; la face dorsale de leur corps se distingue de sa face ventrale, et l'on aperçoit dans leur intérieur un canal digestif longitudinal. Elles offrent par conséquent déjà une partie des caractères morphologiques propres à l'embranchement des Annelés, et elles sont comparables à certains Vers de la classe des Turbellariés.

» Du reste, ce premier état est de courte durée, et les changements qui ne

tardent pas à se manifester dans l'organisation de ces larves, rendent encore plus évidents les caractères propres aux types des Annelés.

» Dans le principe, toute la surface de la portion post-céphalique du corps paraît être couverte de cils vibratiles; mais bientôt on voit apparaître, à peu de distance de l'extrémité postérieure, une bande transversale qui n'est ciliée que sur la ligne médiane ventrale, et alors le corps de la jeune Térébelle, devenu de plus en plus vermiforme, se compose de quatre zones ou tronçons, savoir : une tête semi-circulaire et aplatie qui porte les yeux; un segment post-céphalique très-grand et entièrement couvert de cils vibratiles servant comme organes de locomotion; un anneau nu, qui, d'abord très-étroit, ne tarde pas à se développer; et enfin, à l'extrémité postérieure, un segment portant une couronne de cils vibratiles comme le premier anneau post-céphalique, mais beaucoup plus petit. Bientôt après on voit apparaître, entre l'anneau terminal et le pénultième segment, un petit bourrelet qui, en s'élargissant, constitue un cinquième anneau; le canal digestif devient beaucoup plus distinct; la collerette vibratile post-céphalique se rétrécit, et l'on aperçoit à la face inférieure de l'anneau qui la porte, une dépression correspondante à la bouche; enfin, le bord postérieur de l'anneau terminal s'échancre pour constituer l'anus. A cette époque du développement on ne distingue pas encore de muscles dans l'intérieur du corps de ces petites larves, mais elles sont extrêmement contractiles, et changent quelquefois de forme au point d'être presque méconnaissables. Tantôt on les voit se ramasser en boule, puis s'épâter de façon à ressembler à un disque dont les bords seraient ciliés; d'autres fois, au contraire, elles rétrécissent leur extrémité postérieure qui s'accroche au mucus ambiant, rentrent le lobe céphalique sous le bord de l'anneau suivant, et étalent celui-ci au point de devenir presque cyathiforme, et d'offrir quelque ressemblance avec certains Polypes; mais ces poses anormales ne sont que de peu de durée, et si j'en fais mention, c'est seulement parce qu'il me paraît probable que les formes signalées par M. Löven pourraient bien dépendre en partie de quelques phénomènes de ce genre.

» Nos petites Térébelles, après avoir subi ces premières modifications, grandissent assez rapidement. Leur corps, s'effilant de plus en plus, devient bientôt tout à fait vermiforme et acquiert peu à peu de nouveaux anneaux. Ceux-ci apparaissent un à un de la même manière que le pénultième anneau dont il vient d'être question; c'est-à-dire que le développement du segment nouveau a toujours lieu immédiatement en arrière du dernier anneau formé, et au-devant de l'anneau anal; de sorte qu'abstraction faite de celui-ci, la position des divers segments est en rapport avec leurs âges respectifs. Bientôt

aussi la larve cesse d'être un ver apode; des soies simples et subulées, portées sur des tubercules charnus, se montrent de chaque côté du corps, et le développement de ces appendices locomoteurs s'effectue suivant le même ordre que celui des anneaux, savoir, d'avant en arrière. Enfin il est aussi à noter qu'à cette époque la collerette ciliaire post-céphalique commence à se rétrécir et que les organes intérieurs se dessinent de plus en plus nettement.

» Ce serait long et peu utile de suivre ici, heure par heure, les progrès du développement de ces petites Annélides; mais, afin de mieux fixer les idées sur les métamorphoses qu'ils subiront encore, je crois devoir m'arrêter un instant sur leur conformation lorsqu'ils sont prêts à quitter la masse gélatineuse dans laquelle ils ont vécu pendant les premiers temps de leur existence. Quelques fois ces larves restent pendant longtemps encore dans l'intérieur de cet albumen commun; mais, dès le troisième ou le quatrième jour, elles peuvent sans inconvénient en sortir et vivre dans le monde extérieur.

» A cette époque elles ont la forme de petits vers subcylindriques, longs d'environ 2 millimètres et légèrement élargis en avant. Leur tête s'est un peu allongée, mais n'offre rien de remarquable. La portion post-céphalique du corps qui, dans le principe, n'offrait aucune trace de division et était entièrement couverte de cils vibratiles, paraît représenter trois anneaux dont le premier seulement est encore cilié et dont les deux postérieurs sont dépourvus d'appendices. Les quatre ou cinq anneaux suivants portent chacun une paire de mamelons charnus armés d'une longue soie mobile, légèrement recourbée vers le haut. En arrière de ces segments sétifères on aperçoit un anneau garni de deux tubercules semblables aux pieds dont il vient d'être question, mais dépourvus de soies, puis un autre anneau plus petit, qui n'offre encore aucun vestige d'appendices; enfin le corps est terminé par le segment anal qui est toujours garni de cils et n'a subi que peu de changements. L'appareil digestif s'est également compliqué : antérieurement on y remarque un bulbe charnu, puis une sorte d'œsophage court et cylindrique, suivi d'un estomac très-grand et de forme ovoïde, dont les parois paraissent être encore imprégnées de la substance colorée du vitellus; enfin, vers le tiers postérieur du corps commence l'intestin, qui a la forme d'un tube membraneux recourbé un peu sur lui-même, et allant se terminer à l'anus. On commence aussi à apercevoir les masses glandulaires situées à la partie antérieure du corps, et les muscles sous-cutanés se dessinent plus nettement; on distingue également les muscles moteurs des soies, et c'est probablement à cause de l'opacité du canal digestif qu'on ne voit pas le système nerveux situé au-dessous; mais il est à noter que, même dans les parties les plus transparentes du corps, on

n'aperçoit aucune trace de sang rouge, ni de vaisseaux pour la circulation.

» Lorsque la larve a gagné encore une ou deux paires de pieds, la tête commence à se modifier. Un étranglement transversal s'établit à quelque distance au-devant des yeux, et le lobe antérieur ainsi délimité présente près de son bord libre une série de capsules urticants, dont plusieurs laissent échapper un petit filament spiniforme. La collerette ciliaire post-céphalique s'est en même temps beaucoup rétrécie, et forme au-dessous de la tête un bourrelet saillant qui se porte en avant et constitue une grosse lèvre supérieure. Une lèvre inférieure arrondie, occupant le bord du second segment post-céphalique, ferme la bouche en arrière, et on remarque que les pieds des deux premières paires sont armés de deux soies, tandis qu'auparavant elles n'en avaient qu'une seule.

» Dans l'espace de deux ou trois jours, le lobe céphalique antérieur devient parfaitement distinct du segment oculifère, s'allonge, prend une forme cylindrique et constitue un appendice médian, très-mobile, qui présente tous les caractères d'une antenne. Son axe est occupé par un canal qui communique avec la grande cavité du corps, et on y voit circuler un liquide tenant en suspension des globules dont les formes et les dimensions varient; ce liquide remplit aussi la cavité abdominale et me paraît tenir lieu de sang dont je n'ai pu apercevoir à cette époque aucune trace. Enfin, les cils natateurs ont presque entièrement disparu, soit autour du cou, soit à l'extrémité postérieure du corps; mais on aperçoit un mouvement vibratoire assez énergique dans l'intérieur de la cavité buccale et dans la portion terminale de l'intestin.

» Les jeunes Térébelles offrent alors, comme on le voit, tous les caractères propres à l'ordre des Annélides errantes, et ne ressemblent encore en rien au type ordinique des Tubicoles. Elles possèdent, en effet, une tête bien distincte, une antenne, des yeux et des pieds armés de soies subulées comme en ont les Annélides errantes, tandis que les Tubicoles, comme on le sait, sont des vers acéphales, dépourvus d'antennes et d'yeux, et ayant des pieds garnis de crochets. Ce mode d'organisation correspond d'ailleurs au genre de vie que ces petites larves ont mené jusqu'alors; car, au lieu de demeurer sédentaires dans l'intérieur d'une gaîne étroite comme le font les Térébelles adultes et les autres Tubicoles, elles nagent librement au milieu du mucus dont les œufs étaient entourés, puis elles en sortent pour aller au loin chercher quelque point favorable à l'établissement de leur habitation. Nos jeunes Térébelles ont alors, par conséquent, les mœurs aussi bien que

l'organisation des Annélides errantes; mais elles ne peuvent être comparées qu'aux formes les plus imparfaites de ce type, et leur développement ultérieur, au lieu de tendre au perfectionnement des parties caractéristiques des Annélides supérieures, suit sous ce rapport une marche rétrograde.

» Lorsque nos larves ont perdu les cils locomoteurs dont les anneaux buccaux étaient primitivement entourés, elles cessent de nager et ne tardent pas à s'envelopper d'une matière muqueuse qui, en se solidifiant, constitue un tube cylindrique ouvert à ses deux extrémités. La première période de leur existence, celle pendant laquelle ces petits animaux mènent une vie errante, se termine alors; et quant à leurs mœurs, ils deviennent semblables à leurs parents, mais ils n'en ont pas encore le mode d'organisation, et on peut considérer comme constituant une seconde période le temps compris depuis la disparition de la collerette vibratile jusqu'à l'apparition des branchies.

» Avant que d'avoir complétement perdu leurs cils natateurs, nos jeunes Térébelles s'étaient en quelque sorte préparés à leur nouveau genre de vie. Effectivement, dans le principe, chaque anneau de leur corps ne portait qu'une paire de tubercules armés de soies subulées et représentant la rame dorsale des pieds de l'animal parfait; mais, à cette époque, les rames ventrales garnies de crochets commencent à se constituer, et ces crochets, comme on le sait, sont destinés à effectuer les mouvements d'ascension ou de retraite que les Annélides tubicoles doivent exécuter dans l'intérieur de leur demeure tubiforme. La formation de ces organes a lieu suivant le même ordre que celle des autres rames, c'est-à-dire d'avant en arrière. On ne les aperçoit d'abord que sur un ou deux des premiers anneaux pédigères, mais peu à peu ils se montrent aussi sur les autres segments, et bientôt leur développement devient plus rapide que celui des rames dorsales, de façon que, sur les nouveaux anneaux qui se constituent à l'arrière des corps, ils précèdent celles-ci. Il est aussi à noter que le perfectionnement des rames à crochets marche de la même manière: chacune d'elles n'est d'abord garnie que d'un seul crochet, et c'est également d'avant en arrière que le nombre de ces appendices augmente successivement.

» Une huitaine de jours après que mes jeunes Térébelles s'étaient construit un tube, l'appendice antenniforme de leur front s'était allongé au point de dépasser la moitié du reste du corps, mais sa croissance en largeur n'avait pas été proportionnelle à celle des autres parties; de façon que sa base, au lieu de correspondre à tout le bord antérieur de la tête, n'occupait que le tiers médian du front. La lèvre supérieure s'était beaucoup développée et les yeux paraissaient tendre à s'atrophier; enfin le nombre des pieds s'élevait

à dix paires, et on apercevait un nouvel anneau en voie de formation entre le dernier segment pédigère et le segment anal.

» Après un certain temps, dont la durée paraît varier suivant la température, l'abondance des aliments et les autres conditions dans lesquelles se trouvent les larves, on voit poindre un second appendice frontal qui se développe à côté du précédent. Celui-ci est alors filiforme et très-long, tandis que le nouveau cirrhe ne consiste encore qu'en un petit tubercule cylindrique dont la surface se garnit de vésicules urticants et dont la substance se creuse bientôt un canal médian en communication avec la cavité abdominale. A cette époque, les yeux sont devenus beaucoup moins distincts qu'ils ne l'étaient chez les larves errantes, et l'on remarque à l'entour quelques taches pigmentaires qui semblent être de nouveaux points oculiformes. Enfin on compte treize paires de pieds sétigères, et les divers organes intérieurs sont beaucoup plus distincts qu'ils ne l'étaient jusqu'alors; cependant on n'aperçoit encore aucun indice de l'existence de vaisseaux sanguins, et la circulation ne paraît consister que dans des mouvements irréguliers du liquide à globules blancs dont la cavité abdominale est remplie, liquide qui pénètre aussi dans le canal central des cirrhes frontaux et paraît y être mû par des cils vibratiles.

» Pendant que le corps s'allonge par suite de la formation d'un ou de deux nouveaux anneaux au-devant du segment anal, on voit un troisième, puis un quatrième appendice se développer sur le bord antérieur de la tête, à côté des deux cirrhes dont je viens de parler. Bientôt après on compte six, puis huit de ces organes tentaculaires dont la contractilité est très-grande. Les derniers formés se placent latéralement en dehors de leurs prédécesseurs, et comme leur longueur est à peu près proportionnelle à la durée de leur croissance, ils constituent une série décroissante du milieu vers les côtés. Lorsque le jeune Térébelle est parvenu à ce degré de développement, il est facile de se convaincre que les appendices frontaux, dont le nombre ne tardera pas à augmenter encore, ne sont autre chose que les cirrhes filiformes qui, chez l'adulte, constituent au-devant de la bouche une couronne touffue servant quelquefois à la locomotion aussi bien qu'à la préhension des aliments. A cette époque, on remarque également que les points oculiformes de l'anneau frontal se sont beaucoup multipliés, mais on cesse de distinguer les yeux qui y existaient primitivement; on compte alors de vingt à vingt-quatre de ces petites taches pigmentaires, et il ne paraît y avoir rien de bien fixe dans leur mode de groupement. Le nombre des pieds s'élève à vingt ou vingt-deux paires, et l'appareil glandulaire, située à la face ventrale de la portion thoracique du corps, a pris un grand développement. Cependant

je n'ai pu apercevoir encore aucune trace des organes spéciaux de respiration et de circulation.

» Ceux-ci commencent à se montrer lorsque les jeunes Térébelles ont acquis trente-huit ou quarante paires de pieds. On voit alors sur l'anneau apode qui suit immédiatement le segment frontal, deux tubercules situés sur les côtés de l'arceau dorsal et dirigés obliquement en haut et en dehors. Ces appendices s'allongent rapidement et deviennent cylindriques; leur surface se couvre de stries transversales dues à la contractilité de leur tissu, et leur centre se creuse d'un canal. Bientôt après, une seconde paire de tubercules semblables aux précédents se développe sur le segment suivant, et ces quatre appendices, qui ressemblent d'abord à des cirrhes tentaculaires, ne sont autre chose que les branchies; ils sont alors d'une simplicité extrême, mais ils ne tardent pas à se compliquer dans leur structure. A mesure que l'appendice respirateur s'allonge, il se divise en rameaux qui se bifurquent à leur tour, et on voit des tubercules s'élever sur divers points de sa surface pour donner naissance à d'autres branches ; de façon que bientôt chacun de ces organes, au lieu d'être, comme dans le principe, un simple prolongement filiforme, constitue un petit arbuscule contractile, faisant fonction d'un cœur accessoire aussi bien que d'une branchie (1); mais leur croissance est proportionnelle à leur âge, et ceux de la première paire restent toujours plus volumineux que ceux de la paire suivante.

» A l'époque de la première apparition des branchies, j'ai commencé à distinguer aussi dans l'intérieur du corps les organes spéciaux de circulation. Le gros vaisseau médio-dorsal qui, chez ces Annélides, remplit les fonctions d'un cœur, se dessine alors assez nettement, et on voit partir de son extrémité antérieure trois branches, dont une se dirige vers le bord frontal, et les deux latérales se bifurquent pour se distribuer aux branchies. Mais je suis porté à croire que les anses nombreuses qui, chez l'adulte, entourent le canal intestinal, n'existent pas encore; du moins je n'ai pu les apercevoir, bien que la transparence des tissus tégumentaires soit très-grande.

» Ces phénomènes organogéniques caractérisent la fin de la seconde période de la vie de nos jeunes Térebelles. Ces petits animaux, qui n'ont encore que 10 ou 12 millimètres de long, cessent alors d'être des larves, car ils sont pourvus de toutes les sortes d'organes que la nature doit leur départir, et on distingue même dans l'intérieur de leur abdomen quelques ovules détachés

---

(1) *Voyez*, à ce sujet, mes précédentes observations sur la circulation chez les Annélides. (*Annales des Sciences naturelles*, 2e série, tome X.)

de leurs ovaires. Néanmoins leur développement est loin d'être achevé; ils doivent devenir vingt ou trente fois plus grands qu'ils ne le sont encore, et le nombre de leurs parties doit augmenter considérablement; mais ces parties nouvelles ne seront que la répétition des parties déjà existantes, et l'économie ne s'enrichira d'aucun instrument nouveau. A cette époque, le nombre des tentacules céphaliques ne dépasse pas douze ou treize, tandis que, par la suite, on en comptera plus de cinquante. Une troisième paire de branchies doit encore se développer en arrière des précédentes. Les pieds sont aussi beaucoup moins nombreux qu'ils ne le seront chez l'adulte, et ces organes n'ont pas acquis toute leur perfection, car leur rame ventrale ne porte qu'une seule rangée de crochets, au lieu de deux, et ces petits appendices cornés sont peu nombreux. Il est aussi à noter que le développement des nouveaux crochets se fait dans le même ordre que celui des pieds, c'est-à-dire d'avant en arrière; ainsi, lorsqu'à la partie antérieure du corps, chaque rame porte une rangée de six ou sept de ces appendices, on n'en trouve que quatre vers le douzième segment pédigère; un peu plus en arrière, il n'y en a que trois, puis deux; plus postérieurement encore, un seul; et les derniers anneaux ne portent que des tubercules pédiformes dépourvus de soies. Enfin, les nouveaux anneaux, à l'aide desquels le corps s'allonge encore, se développent aussi dans le même ordre que ceux dont j'ai déjà signalé l'apparition, et la formation de ces Zoonites ne me paraît pas avoir de limites bien précises, ni sous le rapport de leur nombre, ni quant à l'âge auquel leur production s'arrête; aussi, chez ces Térébelles, de même que chez la plupart des autres Annélides, le nombre total des anneaux dont se compose le corps de l'animal adulte varie beaucoup chez les divers individus de la même espèce, et la croissance paraît se continuer pendant presque toute la durée de la vie.

» On voit donc que les Térébelles subissent dans le jeune âge des métamorphoses considérables. La larve de ces Annélides diffère de l'adulte autant que la Chenille diffère du Papillon; mais dès qu'elle se constitue, elle offre un certain nombre de traits propres au type de l'embranchement auquel elle appartient; bientôt aussi elle devient reconnaissable comme étant un animal de la classe des Annélides, puis on la voit s'éloigner du type des Annélides ordinaires à mesure qu'elle acquiert les caractères distinctifs du groupe des Tubicoles; enfin elle se complète par le développement des particularités propres au genre Térébelle; mais, pendant tout le jeune âge, il m'a été impossible d'y reconnaître aucun des traits sur lesquels reposent les distinctions spécifiques établies parmi ces Annélides.

» Les phénomènes génésiques que m'ont offerts les Térébelles s'accordent

donc parfaitement avec les vues que j'ai rappelées au commencement de ce Mémoire, et il en est de même de l'embryologie des Protules, que j'ai eu l'occasion d'étudier à Milazzo.

» (Afin d'abréger autant que possible cette communication, l'auteur expose verbalement les principaux faits dont il a été témoin en observant le développement de l'embryon des Protules et les métamorphoses que ces animaux subissent après la naissance. Les Protules adultes diffèrent beaucoup des Térébelles; mais, en quittant l'œuf, elles ressemblent si exactement aux larves de ces dernières Annélides, qu'à priori on ne pourrait supposer qu'ils appartiendraient à deux familles distinctes; le jeune animal n'acquiert que successivement les traits organiques qui le caractérisent comme appartenant d'abord à l'embranchement auquel il se rapporte, puis à sa classe, à son ordre et enfin à la famille particulière dont il est membre. Enfin il est aussi à noter que les Protules, de même que les Térébelles, ne possèdent d'abord que les anneaux céphalique et anal, que tous les autres anneaux dont l'économie s'enrichit par la suite, se constituent entre ces deux portions terminales du corps, que ces anneaux nouveaux se forment successivement, et que c'est toujours entre le segment anal et le plus jeune de ces derniers anneaux que se montre le Zoonite en voie de formation.

» M. Milne Edwards rend également un compte sommaire de ses observations sur le développement des Néréides, des Syllis et de quelques autres Annélides errantes. Enfin il termine son Mémoire par les considérations suivantes.)

» Ainsi tous les faits que j'ai pu observer concordent parfaitement entre eux et tendent à faire penser que les mêmes lois règlent le développement de toutes les Annélides chétopodes.

» D'après l'ensemble de ces faits, on voit que le corps de ces animaux se constitue peu à peu par la formation successive d'anneaux nouveaux, c'est-à-dire par la création de parties homologues à celles déjà existantes, par le développement de segments construits d'après le même plan fondamental, qui viennent se placer à la suite les uns des autres.

» On voit aussi que ce sont toujours les deux parties extrêmes de l'économie, celles dont dépendent la bouche et l'anus, qui se constituent d'abord, et que c'est dans l'espace qui les sépare que se forment ensuite les anneaux plus ou moins nombreux du tronc. Mais ce n'est pas un mouvement génésique centripète proprement dit qui se manifeste alors; ce ne sont pas deux séries de Zoonites qui, en grandissant, se dirigent l'une vers l'autre, mais une série unique qui s'allonge progressivement d'avant en arrière par l'addition d'élé-

ments nouveaux, de façon à refouler toujours de plus en plus loin de la tête le segment anal, et qui est disposée de telle sorte que l'âge relatif de chacun de ces anneaux est en rapport avec le rang qu'il occupe dans l'économie. Le Zoonite nouveau vient s'interposer entre le dernier segment qui s'est constitué et le segment anal, et on peut se demander quel est celui de ces deux anneaux qui en a déterminé la formation. Au premier abord, cette question semble difficile à résoudre, mais elle peut, je crois, être tranchée à l'aide d'une observation qui servira aussi à montrer la généralité de la tendance génésique dont je viens de parler.

» L'année dernière, en étudiant les Annélides des côtes de la Manche, M. de Quatrefages a été témoin d'un phénomène qui avait déjà été aperçu par Oth.-Fréd. Muller, mais qui n'avait pas été apprécié à sa juste valeur par les zoologistes; je veux parler de la division spontanée ou multiplication par bouture chez les Syllis. M. de Quatrefages a vu qu'à une certaine époque de la vie, un individu nouveau, destiné uniquement à la reproduction sexuelle, se développe à la partie postérieure du corps de ces animaux, et s'en sépare après y être resté adhérent pendant quelque temps. Une Annélide qui habite les côtes de la Sicile, et qui se rapproche un peu des Myrianes de M. Savigny, mais qui me paraît devoir constituer le type d'un genre nouveau, m'a présenté un phénomène analogue, mais plus curieux encore; car l'individu souche, au lieu de produire par bouture un seul petit, en forme jusqu'à six qui sont réunis en chapelet à l'extrémité postérieure de son corps, et qui, de même que chez les Syllis, renferment les organes de la génération, partie dont l'individu souche est lui-même privé.

» Or, ces petits se constituent précisément dans le point où nous avons vu naître les nouveaux anneaux chez les larves, c'est-à-dire entre le segment caudal ou anal et le dernier segment du tronc; mais tous ne se forment pas en même temps; et, d'après le degré de développement auquel ils étaient parvenus dans l'exemplaire que j'ai eu l'occasion d'observer, on voyait bien évidemment qu'ils étaient d'autant plus jeunes qu'ils étaient placés plus près de l'individu producteur. Le petit qui s'était formé le premier devait, dans le principe, se trouver entre le segment terminal du tronc de l'Annélide adulte, et son anneau caudal qui, refoulé en arrière par le bourgeon reproducteur, aura dès lors cessé d'appartenir au premier, et sera devenu un des Zoonites constitutifs de l'être en voie de formation; le second petit, situé au-devant du premier, a dû se développer entre celui-ci et le même anneau terminal du tronc de l'adulte: il ne pouvait être en rapport avec l'anneau caudal primitif, et il ne peut être considéré que comme étant produit sous

l'influence du dernier anneau du tronc de l'individu souche. Il en aura été de même pour le troisième petit, puis pour le quatrième, et ainsi de suite.

» La production par bourgeon d'un nouvel individu ressemble donc, jusqu'à un certain point, à la formation des nouveaux Zoonites dans l'économie de la larve; seulement, dans ce dernier cas, l'anneau producteur perd sa puissance créatrice dès qu'il a donné naissance à un nouveau segment auquel il se lie de la manière la plus intime, et c'est celui-ci qui, à son tour, devient producteur; tandis que, dans la multiplication des individus par bouture, le produit devenant jusqu'à un certain point étranger à l'économie de l'individu souche, l'anneau producteur continue à fonctionner et donne naissance à une série de petits dont les plus jeunes refoulent en arrière leurs aînés. Ainsi, chez les Annélides, de même que chez les plantes où l'on voit les jeunes tissus donner naissance aux tissus nouveaux, c'est l'anneau le plus jeune qui semble posséder seul la propriété de déterminer la formation d'un autre anneau. En effet, on ne voit jamais chez ces animaux un Zoonite nouveau apparaître entre deux anneaux d'une même série: c'est toujours à l'extrémité de la série qu'il se montre. Mais cette propriété, en vertu de laquelle un Zoonite est apte à produire un anneau semblable à lui-même, ne se perd pas complétement par son exercice; elle devient latente seulement lorsque le Zoonite est en rapport avec son produit, et elle se réveille de nouveau si ce premier vient à être séparé du segment auquel il avait donné naissance; car, ainsi que je me propose de le montrer dans une autre occasion, la reproduction des anneaux perdus par suite de mutilations n'est autre chose qu'un phénomène de ce genre. Du reste, il me paraît probable que cette faculté créatrice peut, dans certaines circonstances, être exercée par tout anneau terminal d'une série, et déterminer ainsi l'allongement de cette série par son extrémité antérieure, aussi bien que par le bout opposé; les expériences de Bonnet, de Dugès et de quelques autres naturalistes tendent à me le faire supposer, et il est à présumer que chez certaines Annélides, telles que les Glycères, le nombre des segments céphaliques peut s'accroître de cette manière; mais il est facile de s'assurer que d'ordinaire il n'en est pas ainsi, et que dans l'immense majorité des cas, c'est seulement à l'extrémité postérieure de la série formée par les anneaux du tronc que la multiplication des Zoonites s'effectue chez les Annélides.

» Il est aussi à noter que dans les reproductions par bourgeons dont il vient d'être question, les jeunes individus se sont développés de la même manière que lorsqu'ils provenaient d'un embryon. En effet, le nombre de leurs anneaux a augmenté peu à peu; c'est la tête et l'anneau caudal qui se

sont constitués d'abord, et c'est entre le dernier segment de la série céphalique ou de ses dérivés, et le segment anal, que s'est formé successivement chaque Zoonite nouveau. Ainsi le plus jeune de ces singuliers animaux réunis en chapelet en arrière du corps de l'individu souche, se composait de dix anneaux seulement, tandis que le second en avait quatorze, le troisième seize, le quatrième dix-huit, le cinquième vingt-trois, et le sixième, qui était l'aîné de tous, et qui terminait postérieurement cette série, en présentait trente. Il était en même temps facile de se convaincre que, chez chacun de ces petits êtres, la série des anneaux du tronc s'était formée d'avant en arrière; ces anneaux étaient d'autant plus avancés dans leur développement, qu'ils étaient situés plus près de la tête, qui partout offrait à peu près le même volume; enfin, l'anneau caudal était partout plus complet que les segments postérieurs du tronc, de sorte que, suivant toute probabilité, c'était entre ce segment terminal et le dernier segment du tronc que se constituait chacun des Zoonites nouveaux dont l'organisme s'enrichissait.

» La tendance génésique que je viens de signaler chez les Annélides n'existe pas seulement dans cette classe d'animaux; les faits que la science possède déjà suffisent pour montrer qu'elle est plus générale; et lorsque les observateurs fixeront davantage leur attention sur l'ordre de développement des Zoonites dont le corps des animaux articulés se compose, on en distinguera probablement des traces plus ou moins marquées dans la constitution embryonnaire de tous les êtres conformés d'après le même plan fondamental, c'est-à-dire dans tous les membres du grand embranchement des animaux annelés.

» En effet, les recherches de de Géer, de M. Savi, de M. Newport et de M. Gervais nous ont appris que, dans la classe des Myriapodes, de même que chez nos Annélides, le corps du jeune animal se complète par la formation successive d'un certain nombre d'anneaux qui viennent se placer à la file les uns des autres vers la partie postérieure du corps, entre le dernier segment du tronc et le segment anal, de façon à refouler celui-ci de plus en plus loin de la tête. Jurine, Rathke, Thompson et plusieurs autres carcinologistes ont été, ainsi que moi, témoins de phénomènes analogues dans le développement de divers crustacés, tels que l'Écrevisse, l'Aselle d'eau douce et les Cyclopes. Une tendance de même nature se reconnaît dans les modifications qu'éprouve l'organisation de quelques jeunes Arachnides chez lesquels Leuwenhoeck, de Géer et Dugès ont vu une quatrième paire de pattes se former, après la naissance et à la suite des trois paires déjà existantes. Enfin, des indices de ce mode de développement annulaire me semblent exister aussi dans les jeunes

embryons de quelques insectes, tels que le *Simulia canescens*, étudié par M. Kölliker; mais nos connaissances relativement aux premières périodes de la vie embryonnaire des animaux de cette classe sont encore trop incomplètes pour que l'on puisse se former à cet égard une opinion arrêtée.

» Du reste, lorsqu'on cherche à appliquer à l'ensemble du groupe des animaux annelés les lois qui semblent régler le mode de multiplication des Zoonites chez les Annélides, il ne faut pas se borner à prendre en considération le développement du petit provenant de l'œuf pondu par ces vers; il est également nécessaire de tenir compte des phénomènes de leur reproduction par bourgeonnement.

» Nous avons vu que, dans le développement ovipare de nos Annélides, le corps du jeune animal se divise primitivement en deux portions, dont l'une seulement possède la faculté de produire des Zoonites, et que tous les anneaux nouveaux se constituent à la suite l'un de l'autre, de façon que la série ainsi formée ne s'allonge que par son extrémité, et que les relations de position restent invariables entre ces divers éléments de l'économie. Le corps de l'animal adulte, abstraction faite de l'anneau caudal, ne se compose donc que d'une seule série ou groupe génésique de Zoonites appartenant à la région céphalique. Mais, lorsque le développement devient plus actif, comme dans le cas de la multiplication par bourgeonnement dont les Sylles et nos Myranides offrent des exemples, on voit un même anneau donner directement naissance à deux ou à plusieurs Zoonites, qui, en se reproduisant à leur tour de la manière ordinaire, constituent une ou plusieurs séries intercalaires; l'ensemble des produits segmentaires représente alors une suite de *groupes de Zoonites* dont chacun s'allonge par sa partie postérieure comme le faisait la série unique dans le cas précédent; et, bien que la tendance générale des phénomènes génésiques soit restée la même, il en résulte que les mêmes lois ne régissent plus les connexions des parties entre elles. Or, ce phénomène qui dans la classe des Annélides ne se manifeste que lors de la production de nouveaux individus par voie de bourgeonnement, et n'intervient jamais dans la constitution primitive de l'individu lui-même, se voit ailleurs pendant le développement de l'embryon, et modifie, à certaines époques de la vie, les relations des Zoonites entre eux.

» Chez les Crustacés, par exemple, il paraît y avoir trois de ces systèmes ou séries génésiques de Zoonites (1), dont l'allongement peut se continuer

(1) L'anneau caudal représente une quatrième série, mais ne donne pas naissance à d'autres Zoonites, de façon que l'anus occupe toujours le dernier segment du corps.

après la formation du premier anneau de la série suivante, et il est à noter que ces groupes correspondent précisément aux trois grandes divisions du corps de ces animaux: la tête, le thorax et l'abdomen. Ainsi, on voit souvent la série des anneaux thoraciques se compléter postérieurement à l'existence de la série abdominale, et quelquefois aussi de nouveaux anneaux se constituer entre la portion céphalique du corps et le premier segment thoracique. C'est aussi dans ces points de partage que les anomalies par avortement ou par arrêt de développement se rencontrent d'ordinaire, tant dans le système appendiculaire que dans la portion fondamentale ou centrale de l'économie, et c'est peut-être faute d'avoir connu cette tendance génésique, que notre honoré collègue M. Savigny et les autres zoologistes qui ont cherché à établir la concordance entre les appendices des insectes, des Arachnides et des Crustacés, ne sont pas toujours arrivés à des résultats satisfaisants. Dans une autre occasion, je me propose de traiter plus au long cette question, qui ne pourrait être discutée ici sans nous éloigner du sujet dont nous nous occupons en ce moment (1); mais il m'a semblé nécessaire de signaler le principe dont paraissent dépendre ces différences dans le mode de développement des Zoonites chez divers animaux annelés, ne fût-ce que pour nous aider dans l'appréciation de ce qu'il peut y avoir de général dans les tendances génésiques dont les Annélides nous ont offert des exemples.

» Si maintenant nous comparons la manière dont l'économie se constitue chez ces Vers chétopodes et chez les animaux conformés d'après d'autres types fondamentaux, les Vertébrés et les Mollusques par exemple, nous y reconnaîtrons dès le principe des différences considérables, et nous verrons que ces différences sont en rapport avec les caractères dominateurs dans chacune de ces grandes divisions zoologiques.

» Ainsi, chez les Annélides, de même que chez les Crustacés, les Myriapodes, etc., c'est la région orale ou céphalique qui est le point de départ du travail zoogénique, et l'économie se complète peu à peu par la formation successive de nouveaux tronçons qui sont analogues à ceux déjà développés

---

(1) La disposition dont je viens de parler à l'occasion du développement des Annelés n'est pas particulière à ces êtres; elle est plus générale, et chez tous les animaux les unités organiques dont se compose un appareil tendent à se constituer en groupes secondaires, dont les parties périphériques se développent après les parties centrales, et offrent moins de fixité dans leur forme et même dans leur existence. On comprendra facilement combien il est nécessaire de tenir compte de cette considération lorsqu'on veut se servir du *principe des connexions* pour arriver à la détermination des parties dont la forme change.

et à ceux qui y font suite. Chez les Mollusques, au contraire, c'est la région abdominale qui se constitue d'abord; la portion céphalique du corps ne se forme que beaucoup plus tard, et souvent même elle avorte plus ou moins complétement. Enfin, chez les Vertébrés, comme on le sait, la ligne primitive qui correspond au système céphalo-rachidien se dessine dans toute sa longueur longtemps avant les autres parties de l'économie, et ce n'est pas d'avant en arrière, à la suite de ce système, mais autour de l'espèce d'axe ainsi constitué, que les autres parties de l'économie viennent se grouper. Or, le caractère le plus saillant de l'embranchement des Vertébrés est fourni par l'appareil céphalo-rachidien; les Mollusques se font surtout remarquer par la disposition des viscères que l'abdomen renferme; et la segmentation du corps chez les Annelés suffit pour faire reconnaître au premier coup d'œil la plupart des êtres dont se compose cette grande division zoologique.

» D'autres différences également importantes à signaler dépendent de l'ordre de primogéniture de quelques-uns des grands systèmes physiologiques de l'économie, circonstance dont les anatomistes ont trop négligé la considération et dont il est indispensable de tenir compte lorsqu'on veut comparer les formes embryonnaires des animaux supérieurs à l'état permanent des êtres dont le rang zoologique est moins élevé. Chez les Vertébrés, où l'appareil circulatoire doit acquérir une perfection très-grande et doit remplir un des rôles les plus importants, le cœur et les vaisseaux sanguins se forment dès l'une des premières périodes de la vie embryonnaire, longtemps avant que le tube alimentaire ne se soit constitué ou que le petit être en voie de formation ait acquis aucun des caractères propres aux animaux de sa classe. Chez les Annélides qui, pour la plupart, sont aussi des animaux à sang rouge, le tube digestif se constitue et fonctionne à une époque où il m'était impossible d'apercevoir la moindre trace de l'appareil de la circulation; je n'ai pu constater l'existence de vaisseaux sanguins que lorsque le jeune animal avait depuis longtemps la forme générale qu'il devait conserver et lorsqu'il était apte à l'exercice de toutes les facultés de relation dont son espèce est douée. Il paraîtrait que, chez les Crustacés, le cœur ne se forme aussi qu'à une période assez avancée du développement embryonnaire, et, suivant toute probabilité, il en est encore de même pour les insectes chez lesquels cet organe reste toujours sous la forme d'un vaisseau très-simple et ne semble jouer qu'un rôle fort minime dans l'économie générale de l'individu.

» Je me suis assuré, par des observations multipliées, que, sous le rapport de l'apparition tardive du cœur, les Mollusques se rapprochent des animaux annelés, et chez les Zoophytes, comme on le sait, cet organe n'existe à au-

cune période de la vie, et se trouve tout au plus suppléé par des instruments d'une imperfection extrême. Sous ce point de vue, de même que sous beaucoup d'autres, l'embryon des animaux sans vertèbres diffère essentiellement de celui des animaux vertébrés, et ce dernier ne représente jamais un type quelconque appartenant, soit à l'embranchement des Mollusques, soit à la division des animaux annelés ou à celle des Radiaires.

» Ainsi, tout tend à prouver la distinction primordiale que la nature a établie parmi les êtres appartenant à des embranchements différents, et les faits dont je viens d'entretenir l'Académie, loin d'être favorables à l'existence d'une seule série zoologique, fournissent de nouveaux arguments à l'appui des vues auxquelles j'ai fait allusion dans les premières lignes de cet écrit. »

EMBRYOGÉNIE. — *Observations sur le parallèle de l'embryogénie comparée des Vertébrés et des Invertébrés; par* M. SERRES.

« La question soulevée par le parallèle que vient d'établir notre collègue, M. Milne Edwards, entre le développement des Vertébrés et celui des Invertébrés, étant du plus grand intérêt pour l'embryogénie comparée, je crois devoir lui soumettre quelques observations.

» Et d'abord, la ligne centrale de l'aire germinatrice, désignée par quelques auteurs sous le nom de *ligne primitive*, n'est ni l'axe cérébro-spinal du système nerveux, ni la moelle épinière des Vertébrés, comme le croit notre collègue.

» Cette ligne, qui apparaît entre la quatorzième et la seizième heure de l'incubation, n'est autre chose qu'une fissure qui se produit sur le milieu de la membrane blastodermique. Cette fissure se forme au moment où cette membrane se fronce pour donner naissance aux sacs germinateurs; c'est ce froncement que MM. Doellinger et Pander ont nommé *plis primitifs*.

» En exposant, il y a bientôt deux ans, le mécanisme de la formation de ces sacs devant l'Académie (1), j'ai montré que la ligne primitive n'est autre chose qu'un *espace vide* que laissent entre eux les plis primitifs au moment où ils se réfléchissent pour former les cellules germinatrices. J'ai rapporté beaucoup d'expériences qui mettent ce fait hors de doute.

» Afin d'expliquer comment et pourquoi cette ligne avait été prise, tantôt pour l'embryon préexistant, par Malpighi; tantôt pour l'animalcule spermatique, par Boerrhaave; tantôt pour la moelle épinière, par Pander; d'autres

---

(1) Voyez *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 10 avril 1843.

fois pour une bandelette blanchâtre, et en dernier lieu enfin pour une corde dorsale, par M. de Baër, j'ai insisté sur le soulèvement de la membrane blastodermique que Wolf a le premier fait connaître.

» Par ce soulèvement, la membrane se sépare du noyau blanchâtre qui occupe la base de la cicatricule, de sorte que, lorsque la ligne primitive se forme, c'est ce noyau blanc que l'on aperçoit au travers du vide qui la constitue, et c'est cette apparence à laquelle on a donné les diverses interprétations que je viens de rappeler.

» Si donc notre honorable collègue considérait encore la ligne primitive comme l'axe cérébro-spinal du système nerveux, il serait induit, je pense, à des conséquences qui ne seraient pas justifiées dans le parallèle du développement des Invertébrés comparé à celui des Vertébrés.

» En second lieu, je ferai remarquer à notre collègue que le cœur ne se forme pas, ainsi qu'il l'a dit, immédiatement après la ligne primitive; entre la manifestation de ces deux parties, il y a d'abord la formation des deux cordons de la moelle épinière, puis celle des noyaux vertébraux, puis enfin le développement du capuchon céphalique.

» Ce n'est que lorsque ce capuchon s'est infléchi sur la face ventrale de l'embryon, c'est-à-dire, d'après mes expériences, vers la vingt-cinquième heure de l'incubation, que l'on voit apparaître les premiers rudiments du cœur; et encore ces rudiments que sont-ils? deux traits, l'un à droite, l'autre à gauche, incapables d'imprimer au sang une impulsion quelconque. Plus tard, même lorsque le cœur constitue un canal, vers la vingt-huitième ou trentième heure, il n'y a pas de circulation manifeste; celle-ci ne devient apparente au microscope que dans le cours de la trente-deuxième à la trente-cinquième heure.

» D'où il suit que, lorsque la circulation est régulière chez l'embryon des Vertébrés, il y a chez celui-ci une organisation plus riche, plus complexe que n'est celle des Térébelles; de sorte encore qu'il ne serait peut-être pas exact de dire qu'il y a une espèce de contraste entre l'apparition tardive de l'appareil circulatoire de ces Annélides, et la manifestation précoce de ce même appareil chez l'embryon des Vertébrés.

» Si, au lieu d'un contraste, on pouvait au contraire trouver une analogie dans les deux embranchements entre les développements primitifs de l'embryon et l'apparition plus ou moins tardive de l'appareil de la circulation, ce serait une preuve nouvelle à ajouter à celles qui existent dans la science, que le cœur n'est pas l'agent immédiat des formations premières de l'embryon, ainsi que l'avait pensé l'école de Haller. Sous ce point de vue, les

observations confirmatives que vient de faire connaître M. Milne Edwards me paraissent d'un grand intérêt.

» En troisième lieu, j'adresserai une question à notre collègue sur la disparition des yeux des Térébelles pendant la période de leur accroissement.

» Dans l'embryogénie des Vertébrés, on sait que les corps de Wolf disparaissent à mesure que le rein, l'ovaire et le testicule se forment. On sait que chez certains Ophidiens un des deux poumons de l'embryon disparaît également. On sait, enfin, que le fœtus de l'oiseau a deux ovaires parfaitement et également développés en apparence, et que cependant il en perd un pendant la série des développements.

» Nous ignorons chez les Vertébrés la cause de ces disparitions des organismes; on ne peut même, jusqu'à ce jour, en trouver une raison probable dans les conditions vitales de l'embryon et du fœtus (1).

» Dans l'embryogénie des Invertébrés, il paraîtrait, au contraire, que la disparition de certains organismes se lie avec un changement très-appréciable de leur état physique.

» D'après notre collègue M. Audouin, que l'Académie a perdu dans toute la force de son talent, le parasitisme des Invertébrés serait la cause de la perte de certains organismes et de la modification de quelques-uns de leurs caractères.

» Ainsi, d'après le Mémoire de M. Thomson, chirurgien de la marine anglaise, publié en 1830, les embryons des Cirripèdes sont d'abord libres et errants, et ils sont pourvus alors des organes de la vision, tandis qu'ils les perdent complétement au moment où ils se fixent. Ce fait, ainsi que divers autres, ont été confirmés par le professeur Burmeister, dans son Mémoire sur le développement des Anatifes et des Balanes, qui a paru en 1833. Les Biphores sont également modifiés par leur association.

» M. Milne Edwards a fait connaître un fait tout à fait analogue dans son Mémoire sur les *Ascidies composées*. Les larves des Polycliniens nagent, frétillent et s'agitent beaucoup pendant les premiers temps qui suivent leur naissance; mais, après qu'elles se sont fixées, elles perdent la queue qui servait à leur locomotion dans la première période de développement.

» La perte des yeux chez l'embryon des Térébelles tiendrait-elle à une condition analogue?

» Sans doute que le parasitisme des Térébelles et des autres Tubicoles

---

(1) La raison organogénique du fait semble résider dans l'atrophie et enfin la disparition de l'artère propre à l'organe qui n'a qu'une existence temporaire.

n'est pas de même nature que celui des Ascidies et des Cirripèdes; mais le moment où les embryons des Térébelles, de même que les Sabelles, se logent dans leurs tubes factices, n'est-il pas, sous beaucoup de rapports, comparable à celui où la larve de l'insecte s'enferme dans sa chrysalide? Or nous savons, d'après les belles recherches de M. Hérold sur la transformation de la chenille du chou, que pendant son parasitisme, la nymphe perd quelques-uns de ses organismes, et entre autres plusieurs de ses ganglions nerveux.

» Au reste, la demande que nous adressons à notre collègue se réduit à la question de fait qui suit. L'embryon de la Térébelle perd-il ses yeux avant ou après son enfermement dans le tube qui le protége? Si, pendant qu'il est complétement libre, l'embryon conservait ses yeux, et s'il ne les perdait qu'après s'être retiré dans sa loge factice, le fait observé par M. Milne Edwards me semblerait rentrer dans la règle posée par M. Audouin. Si, au contraire, la perte des yeux survenait pendant la liberté plénière de l'embryon, ce serait une exception dont la cause mériterait d'être recherchée.

» Je prie l'Académie d'excuser la longueur de mes observations; mais tout ce qui se rattache à l'embryogénie comparée est si intéressant, et ce qui a rapport au développement comparatif des Vertébrés et des Invertébrés est si nouveau, que j'ai cru devoir soumettre à notre collègue les réflexions qui précèdent. »

Réponse de M. MILNE EDWARDS *aux objections de* M. Serres.

« Si j'ai bien saisi les paroles de notre savant collègue M. Serres, les résultats auxquels je suis arrivé lui paraîtraient attaquables : 1° parce que la ligne primitive de l'embryon des animaux vertébrés ne serait pas, dans le principe, un rudiment de l'axe cérébro-spinal, mais bien un espace vide correspondant à la place où cet axe se montrera bientôt après; 2° parce que le cœur, chez les animaux vertébrés, ne se forme pas immédiatement après la ligne primitive, mais à la suite de l'apparition de la moelle épinière, des noyaux vertébraux et du pli du blastoderme nommé *capuchon céphalique;* 3° enfin, parce que quelques-uns des changements que subissent les jeunes Annélides seraient une conséquence de leur parasitisme. Je vais répondre brièvement sur ces trois points.

» J'ai dit que les Annélides, ainsi que les Mollusques et les autres animaux sans vertèbres, diffèrent des animaux vertébrés dès qu'ils commencent à se constituer à l'état d'embryon; et parmi les différences que nous offrent ces êtres en voie de formation, j'ai signalé, chez les premiers, l'absence com-

plète de la *ligne primitive* qui, chez tout animal vertébré, se montre au début du travail génésique. Peu importe donc, pour la solidité de mes conclusions, que cette ligne soit, dans le principe, la moelle épinière elle-même à l'état de vestige, ou l'espace encore vide où cette moelle apparaîtra bientôt; il ne s'agit pas ici du mode de formation de cette ligne, mais de son *existence constante* chez les Vertébrés, et de son *absence complète* chez les Annelés ou les Mollusques. Or, les observations de notre honorable collègue ne portent pas sur cette question. Si j'avais eu à m'occuper de la nature intime de cette ligne, je ne me serais pas borné à dire qu'elle *correspond* à l'axe cérébro-spinal, et je n'aurais pas manqué de citer, à cette occasion, les travaux de M. Serres; mais, dans la discussion des faits dont je viens d'avoir l'honneur d'entretenir l'Académie, ce point de l'histoire embryologique des animaux vertébrés n'était pas de mon sujet, et par conséquent j'ai dû ne pas en parler. En effet, ce qu'il m'importait de montrer, c'est que cette ligne primitive (quel que soit le mécanisme de sa formation chez le Poulet ou chez tout autre Vertébré), ne se forme pas du tout chez les Annélides, ainsi que chez les autres animaux invertébrés. De là une différence primordiale entre le Vertébré et le Mollusque ou l'Annelé, et cette différence, sur laquelle j'ai cru devoir appeler l'attention des zoologistes, n'en existerait pas moins, soit que l'on adopte l'hypothèse de Pander, soit que l'on donne la préférence aux vues ingénieuses de notre savant collègue, ou même que l'on explique de toute autre manière la production de cette ligne propre à l'embranchement des Vertébrés; car, je le répète encore, le fait seul de son existence et non sa nature primitive, constitue le caractère par lequel l'embryon d'un Vertébré, dès son origine, se distingue pour toujours de l'embryon d'un Mollusque ou d'un Annelé.

» En ce qui concerne la formation de l'appareil de la circulation, je ferai à mon tour remarquer à notre collègue que l'opinion qu'il m'attribue, et qu'il combat, n'a pas été la mienne. Je n'ai dit nulle part que chez les Vertébrés le cœur se forme *immédiatement* après la ligne primitive; j'ai dit que chez ces animaux le cœur ainsi que les vaisseaux sanguins sont au nombre des premiers organes qui se constituent, et qu'ils entrent en fonction avant que l'embryon n'ait acquis un appareil digestif, des membres pour la locomotion, des organes des sens, ou même la forme d'un animal viable quelconque, et, en cela, je pense être d'accord avec notre collègue; mais j'ai ajouté que chez les Annélides et les Mollusques, il en est tout autrement; que chez ces animaux sans vertèbres, l'appareil digestif, les muscles, les organes de locomotion, se constituent et fonctionnent avant qu'il soit possible d'apercevoir aucune trace ni

d'un cœur ni de vaisseaux sanguins; que souvent même le jeune animal acquiert la forme générale qu'il doit conserver, et mène déjà une vie errante avant que son appareil circulatoire ne se soit montré. Il ne s'agit donc pas ici, comme on le voit, de l'apparition de quelques vestiges d'organes intérieurs, tels que les noyaux vertébraux qui, chez le Poulet, préexistent au cœur, mais de la constitution de l'animal presque entier. Jusqu'à ce que de nouveaux faits me démontrent le contraire, je persiste par conséquent à dire que l'ordre chronologique suivant lequel les grands appareils physiologiques se constituent dans l'embryon n'est pas le même dans tout le règne animal, mais diffère dans l'embranchement des Vertébrés comparé à l'embranchement des Mollusques ou à la grande division des Annelés, et, dans mon opinion c'est là encore une de ces différences fondamentales qui séparent presque dès leur origine les êtres dont se composent ces divers groupes.

» Quant aux vues relatives à l'influence du parasitisme que mon ami M. Audouin et moi avons présentées à l'Académie il y a bientôt vingt ans, et que M. Serres a bien voulu rappeler ici (1), j'avouerai qu'elles ne me semblent pas suffire à l'explication des phénomènes de développement rétrograde dont les Térébelles m'ont offert des exemples. Je rappellerai d'abord que ces Annélides *ne vivent jamais en parasites*, et que c'est longtemps avant que de se construire une habitation tubulaire qu'elles commencent à perdre leurs organes natateurs. Il est bien probable que la disparition des yeux, comme celle des nageoires, des pattes ou de toute autre partie de l'économie, n'est permise par la nature que lorsque ces organes cessent d'être nécessaires à l'animal; mais cela ne me semble jeter aucune lumière sur la cause physique du phénomène, et il ne me paraît en aucune façon démontré que la vie sédentaire d'un Cirripède ou d'une Ascidie soit la cause déterminante de la disparition de ces organes visuels ou locomoteurs; peut-être même serait-il plus plausible de renverser l'hypothèse et de dire que l'animal devient sédentaire parce que ses organes de locomotion lui refusent leurs services, ou bien encore que c'est parce qu'il est devenu aveugle que rien ne l'excite à changer de place. Je craindrais d'abuser de l'attention de l'Académie si j'entrais dans plus de détails à ce sujet, et j'ajouterai seulement que tous les phénomènes de cet ordre me paraissent se lier, non pas au parasitisme, mais à une tendance générale de la nature, tendance dont j'aurai peut-être l'occasion de traiter dans une autre circonstance.

---

(1) *Voyez* Mémoire sur la Nicothoé, animal singulier qui suce le sang du Homard; par MM. Audouin et Milne Edwards. (*Annales des Sciences naturelles*, 1re série, t. IX; 1826.)

» En résumé, il me semble donc que, ni les vues de notre honorable collègue, relativement au mode de formation de la ligne primitive de l'embryon des Vertébrés, ni les faits qu'il a rappelés touchant l'époque de l'apparition du cœur chez le Poulet, ni enfin l'hypothèse que nous avions proposée, M. Audouin et moi, pour expliquer certaines particularités organiques chez les animaux parasites, ne doivent me déterminer à modifier les conclusions de mon travail sur le développement des Annélides, et je persiste à croire que les animaux appartenant à des embranchements distincts diffèrent entre eux dès que leurs organes commencent à se dessiner dans l'embryon. »

Réponse de M. Serres.

« Les réponses de notre savant collègue M. Milne Edwards n'ont pas changé la nature des observations que je lui ai soumises. Pour savoir si les Invertébrés ont ou n'ont pas, au début, la ligne primitive des Vertébrés, il est d'abord nécessaire de préciser ce qu'est cette ligne chez ces derniers. Sans cette détermination, il devient impossible, pour n'en citer qu'un exemple, de savoir en quoi consiste la ligne primitive des Mollusques gastéropodes qu'un savant belge, M. Dumortier, dit être analogue à la même partie chez les Vertébrés; et si elle n'existe pas, comme le pense notre collègue, cette indétermination ne permet pas de savoir en quoi, ou par quelle partie, les deux embranchements diffèrent au point de départ de leurs développements.

» Quant à l'appareil circulatoire, il est d'autant plus lent à se développer chez les Vertébrés, que chez les Mammifères et l'Homme; il ne se complète qu'après la naissance : d'où il suit que, lorsque cet appareil a terminé les évolutions qui lui sont propres dans les deux embranchements, l'organisation d'un Vertébré est bien autrement élevée que celle d'un Invertébré. L'ordre chronologique de l'apparition d'un appareil chez les Invertébrés est, du reste, en raison de la température, ainsi que l'observe M. Dumortier pour les *Limnées*, les *Planorbes*, les *Physes*. Ce qui explique pourquoi M. Stiechel n'a reconnu les premiers vestiges du cœur que le seizième jour, tandis que M. Carus les avait observés le huitième.

» Pour ce qui concerne l'influence du parasitisme, la physiologie doit, ce me semble, en appeler à l'expérience seule si elle veut éviter de mettre des opinions à la place des faits.

» Au reste, pour chercher à éclairer quelques-unes des questions soulevées dans cette discussion, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie les

résultats de mes observations sur la détermination expérimentale de la ligne primitive, et sur la formation de l'appareil circulatoire chez les Vertébrés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des séries multiples; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Soit

$$u = f(x, y, z, \ldots) \tag{1}$$

une fonction des variables x, y, $z, \ldots$ qui, pour chaque système de valeurs entières, positives, nulles ou négatives attribuées à x, y, $z, \ldots$, acquière une valeur unique et finie. Cette fonction u pourra être considérée comme le *terme général* d'une *série multiple* dont chaque terme correspondrait à un système particulier de valeurs entières, positives, nulles ou négatives de x, y, $z \ldots$.

» Réciproquement, le terme général d'une série multiple pourra toujours être représenté par une telle fonction de x, y, $z \ldots$.

» Soit maintenant S une somme formée avec un grand nombre de termes de la série multiple. Cette série sera dite *convergente*, si la somme S s'approche indéfiniment d'une limite unique et finie s, dans le cas où le nombre des termes compris dans la somme S devient infiniment grand, et où les valeurs numériques de x, y, $z, \ldots$ qui correspondent aux termes exclus de cette somme deviennent elles-mêmes infiniment grandes. Alors aussi la limite s de la somme partielle S sera ce qu'on appelle la *somme* de la série.

» On peut dire encore que la série multiple sera convergente, si la somme S devient toujours infiniment petite, dans le cas où les termes dont elle est composée correspondent tous à des valeurs numériques infiniment grandes de x, y, $z \ldots$. Cette seconde définition s'accorde évidemment avec la précédente. Car, dans le second cas, la somme S peut être considérée comme composée de termes qu'on aurait exclus de cette somme dans le premier cas; et, par suite, si dans le premier cas la somme S converge vers une limite unique et finie, elle devra, dans le second cas, converger vers une limite nulle, et réciproquement.

» Concevons maintenant que, pour des valeurs entières de x, y, $z, \ldots$ on représente par

$$v = \varphi(x, y, z, \ldots)$$

le module de la fonction

$$u = f(x, y, z, \ldots).$$

Les modules des divers termes de la série qui a pour terme général u, seront précisément les termes de la série dont le terme général est v; et pour cette raison nous dirons que la seconde série est la *série modulaire* correspondante à la première. Cela posé, nommons, comme ci-dessus, S la somme d'un grand nombre de termes de la première série. Soit, de plus, s la somme des termes correspondants de la seconde. s représentera précisément la somme des modules des termes compris dans la somme S. Donc, si la somme s devient infiniment petite, dans le cas où les termes qu'elle renferme correspondent tous à des valeurs numériques infiniment grandes de chacune des quantités x, y, z, .., on pourra en dire autant, à fortiori, de la somme S. De cette observation, rapprochée de la seconde définition des séries convergentes, on déduit immédiatement le théorème dont voici l'énoncé.

» 1er *Théorème.* Une série simple ou multiple est toujours convergente, lorsque la série modulaire correspondante est convergente elle-même.

» Admettons maintenant que, la série multiple

$$u = \mathrm{f}(x, y, z, \ldots)$$

étant convergente, on forme, avec divers termes de cette série, des sommes

$$k_0, k_1, k_2, \ldots, k_n, \text{ etc.} \ldots,$$

tellement composées que le même terme ne se reproduise jamais dans deux sommes distinctes, et que les seuls termes exclus du système des sommes

$$k_0, k_1, k_2, \ldots, k_n,$$

quand le nombre n devient infiniment grand, soient des termes dans lesquels les valeurs numériques de x, y, z,... deviennent elles-mêmes infiniment grandes. Enfin posons

$$s_n = k_0 + k_1 + k_2 + \ldots + k_n.$$

En vertu de la première définition que nous avons donnée des séries con-

vergentes, s_n s'approchera indéfiniment, pour des valeurs croissantes de n, de la limite unique et finie s qui représente la somme de la série multiple. Donc, en faisant croître n indéfiniment, on trouvera

$$s = k_0 + k_1 + k_2 + \text{etc.}..., \tag{3}$$

et l'on pourra énoncer la proposition suivante.

» 2[e] *Théorème.* Une série multiple étant supposée convergente, désignons par

$$k_0,\ k_1,\ k_2, \ldots,\ k_n,\ \text{etc.}\ldots$$

des sommes partielles formées avec divers termes de cette série multiple, de telle sorte que le même terme ne se trouve jamais reproduit dans deux sommes distinctes, et que les termes exclus du système des sommes

$$k_0,\ k_1,\ k_2, \ldots,\ k_n,$$

soient toujours, pour une valeur infiniment grande de n, des termes qui correspondent à des valeurs numériques infiniment grandes de x, y, z,...; alors, la série simple

$$k_0,\ k_1,\ k_2,\ \text{etc.}\ldots$$

sera elle-même convergente, et elle aura pour somme la somme s de la série multiple.

» *Corollaire.* Si une seconde série simple

$$h_0,\ h_1,\ h_2, \ldots$$

est formée comme la première, elle sera pareillement convergente; et l'on aura encore

$$s = h_0 + h_1 + h_2 + \ldots \tag{4}$$

par conséquent

$$h_0 + h_1 + h_2 + \ldots = k_0 + k_1 + k_2 + \ldots. \tag{5}$$

Cette dernière formule renferme le principe fécond sur lequel repose la transformation des séries.

» Parmi les séries multiples, on doit surtout remarquer celles qui représentent des fonctions développées suivant les puissances entières positives, nulles et négatives de plusieurs variables. On peut établir, à l'égard de ces développements, diverses propositions analogues à celles que renferme mon Mémoire de 1831, sur le calcul des limites; et, pour y parvenir, il suffit de transformer d'abord ces fonctions en intégrales définies, puis de développer en séries les intégrales obtenues. Ainsi, par exemple, en opérant de cette manière, on démontrera sans peine le théorème suivant.

» 3e *Théorème.* Si une fonction de plusieurs variables $x, y, z, \ldots$ reste continue pour des valeurs de $x, y, z, \ldots$ comprises entre certaines limites, non-seulement, pour de telles valeurs, la fonction sera développable en une série convergente, ordonnée suivant les puissances entières de $x, y, z, \ldots$, mais la série modulaire correspondante sera convergente elle-même.

» Ajoutons que le calcul fournira une limite supérieure de l'erreur que l'on commettra, quand on arrêtera le développement effectué suivant les puissances entières de chaque variable après un certain nombre de termes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur les fonctions qui se reproduisent par substitution; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Soient

$$x, y, z, \ldots,$$

et

$$X, Y, Z, \ldots$$

deux systèmes de variables liées entre elles par certaines équations, en vertu desquelles $X, Y, Z, \ldots$ puissent être considérées comme des fonctions connues et déterminées de $x, y, z, \ldots$. La substitution des variables $X, Y, Z, \ldots$ aux variables $x, y, z, \ldots$ transformera une fonction quelconque de $x, y, z, \ldots$ représentée par la notation

$$\mathrm{f}(x, y, z, \ldots),$$

en une fonction nouvelle

$$\mathrm{f}(X, Y, Z, \ldots),$$

qui sera généralement distincte de la première. Mais, dans certains cas particuliers, il peut arriver que la nouvelle fonction se confonde avec la pre-

mière, ou du moins n'en diffère que par un facteur constant ou variable, qu'il soit aisé de reconnaître, en sorte qu'on ait identiquement ou

$$f(x, y, z,...) = f(X, Y, Z,...),$$

ou du moins

$$f(x, y, z,...) = K f(X, Y, Z,...),$$

K désignant une fonction déterminée de $x, y, z,...$ que l'on puisse facilement reconnaître et mettre en évidence, comme étant, avec $f(X, Y, Z,...)$, un facteur de la fonction $f(x, y, z,...)$. Alors nous dirons que la fonction $f(x, y, z,...)$ se trouve *reproduite* par la substitution des variables $X, Y, Z,...$ aux variables $x, y, z,...$ et par l'adjonction du facteur K au résultat que fournit cette substitution même.

» Parmi les fonctions qui peuvent se reproduire aussi par substitution, il en existe quelques-unes qui méritent d'être remarquées. Telles sont, par exemple, celles dont la considération m'a conduit à deux théorèmes qu'il est facile d'établir et qui peuvent être énoncés dans les termes suivants.

» 1er *Théorème*. Concevons que l'indice n représente, au signe près, un nombre entier. Soit, de plus,

$$u_n$$

une fonction de l'indice n, et des variables $x, y, z,...$. Enfin, supposons que les diverses valeurs de u_n, savoir,

$$(1) \qquad \ldots u_{-3}, \; u_{-2}, \; u_{-1}, \; u_0, \; u_1, \; u_2, \; u_3, \ldots,$$

forment une série convergente, prolongée indéfiniment dans les deux sens. Si, en substituant aux variables $x, y, z,...$ d'autres variables $X, Y, Z,...$, qui soient des fonctions connues et déterminées des premières, on transforme généralement le rapport $\frac{u_n}{u_0}$ en une nouvelle fonction équivalente au rapport $\frac{u_{n+1}}{u_1}$, alors la somme s de la série (1) sera une fonction de $x, y, z,...$ qui se trouvera reproduite par la substitution dont il s'agit, et par l'adjonction du facteur $\frac{u_1}{u_0}$ au résultat de cette substitution même.

» *Démonstration*. En effet, désignons, pour plus de commodité, par $f(x, y, z, \ldots)$ la somme s de la série (1). On aura non-seulement

$$(2) \qquad s = \ldots u_{-2} + u_{-1} + u_0 + u_1 + u_2 + \ldots,$$

ou, ce qui revient au même,

$$f(x, y, z, \ldots) = \Sigma\, u_n,$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières positives, nulle et négatives de l'indice n, mais encore, en vertu de l'hypothèse admise,

$$f(X, Y, Z, \ldots) = \Sigma u_0 \frac{u_{n+1}}{u_1} = \frac{u_0}{u_1} \Sigma\, u_n,$$

ou, ce qui revient au même,

$$f(X, Y, Z, \ldots) = \frac{u_0}{u_1} f(x, y, z, \ldots);$$

et, par conséquent,

$$(3) \qquad f(x, y, z, \ldots) = \frac{u_1}{u_0} f(X, Y, Z, \ldots).$$

» 2ᵉ *Théorème.* Les mêmes choses étant posées que dans le 1ᵉʳ théorème, la factorielle P déterminée par l'équation

$$(4) \qquad P = \left(1+\frac{u_1}{u_0}\right)\left(1+\frac{u_2}{u_1}\right)\left(1+\frac{u_3}{u_2}\right)\cdots\left(1+\frac{u_{-1}}{u_0}\right)\left(1+\frac{u_{-2}}{u_{-1}}\right)\left(1+\frac{u_{-3}}{u_{-2}}\right)\cdots$$

sera une fonction de $x, y, z, \ldots$, qui se trouvera reproduite par la substitution des variables $X, Y, Z, \ldots$ aux variables $x, y, z, \ldots$, et par l'adjonction du facteur $\frac{u_1}{u_0}$ au résultat de cette substitution même.

» *Démonstration.* En effet, dans l'hypothèse admise, la substitution des variables $X, Y, Z, \ldots$ aux variables $x, y, z, \ldots$ changera généralement les rapports de la forme

$$\frac{u_n}{u_{n-1}}, \qquad \frac{u_{-n-1}}{u_{-n}}$$

en des rapports de la forme

$$\frac{u_{n+1}}{u_n}, \qquad \frac{u_{-n}}{u_{-n+1}}.$$

Donc si, pour plus de commodité, on représente par

$$F(x, y, z, \ldots)$$

la valeur de P que fournit l'équation (4), on aura non-seulement

$$F(x, y, z, \ldots) = \left(1+\frac{u_1}{u_0}\right)\left(1+\frac{u_2}{u_1}\right)\left(1+\frac{u_3}{u_2}\right)\ldots\left(1+\frac{u_{-1}}{u_0}\right)\left(1+\frac{u_{-2}}{u_{-1}}\right)\left(1+\frac{u_{-3}}{u_{-2}}\right)\ldots,$$

mais encore

$$F(X, Y, Z, \ldots) = \left(1+\frac{u_2}{u_1}\right)\left(1+\frac{u_3}{u_2}\right)\left(1+\frac{u_4}{u_3}\right)\ldots\left(1+\frac{u_0}{u_1}\right)\left(1+\frac{u_{-1}}{u_0}\right)\left(1+\frac{u_{-2}}{u_{-1}}\right)\ldots,$$

ou, ce qui revient au même,

$$F(X, Y, Z, \ldots) = \frac{u_0}{u_1} F(x, y, z, \ldots);$$

et, par conséquent,

$$F(x, y, z, \ldots) = \frac{u_1}{u_0} F(X, Y, Z, \ldots).$$

» Dans un prochain article, j'appliquerai les principes que je viens d'établir à la recherche et à la démonstration des propriétés remarquables des séries et des factorielles que l'on obtient, quand la fonction de x, y, z, ..., représentée par u_n, offre pour logarithme une fonction entière de l'indice n. »

M. **Augustin Cauchy** annonce qu'il a reçu de Rome, pour les offrir à l'Académie, divers ouvrages et Mémoires qui sont relatifs au calcul infinitésimal, et qui lui paraissent très-propres à intéresser les géomètres, savoir:

1°. Un Mémoire *sur la représentation géométrique des fonctions elliptiques de troisième espèce; par* M. l'abbé **Tortolini**, professeur d'analyse transcendante au collége de la Sapience, et de physique mathématique au collége Romain;

2°. Un Mémoire *sur le passage des intégrales des équations à différences finies aux intégrales des équations différentielles; par* le même auteur;

3°. Un *Traité de calcul différentiel; par* le même auteur;

4°. Une traduction italienne d'un Mémoire de M. **Hamilton**, *sur les équations de la dynamique,* et d'un Mémoire de M. **Jacobi**, *sur l'intégration des équations du mouvement elliptique*. Cette traduction est extraite du Journal publié par l'Académie des Arcades.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Recherches sur les produits de la distillation sèche du butyrate de chaux; par* M. G. CHANCEL. Second Mémoire. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans mon travail sur la butyrone (1), j'ai signalé la différence de résultats que l'on obtient, suivant que l'on soumet à la distillation sèche quelques grammes seulement de butyrate de chaux anhydre, ou bien une quantité de matière assez considérable. Dans le premier cas, en opérant avec soin, et ménageant convenablement la chaleur, le butyrate se décompose en carbonate de chaux et butyrone, à peu près pure, qui passe à la distillation. Mais, lorsqu'on opère sur des quantités considérables de matière, la réaction n'est plus aussi simple; le résidu de carbonate de chaux est toujours souillé par un dépôt de charbon assez notable, les produits liquides que l'on obtient sont fortement colorés et possèdent une odeur complexe, désagréable, à laquelle il est impossible de reconnaître celle qui est propre à la butyrone pure.

» Ce liquide, formé au moins de trois substances différentes, entre en ébullition à 95 degrés environ, mais la température s'élève pendant tout le cours de la distillation, monte jusqu'à 200 degrés et au delà; une ou deux rectifications suffisent, du reste, pour donner un produit qui n'est plus que très-faiblement coloré.

» Pour isoler la butyrone et les produits qui l'accompagnent, je ne connais, jusqu'à présent, d'autres moyens que la distillation, en mettant à profit la différence de volatilité de ces diverses substances. Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans des détails sur cette opération, je dirai seulement qu'elle est longue et pénible, et que huit à dix rectifications des produits, convenablement fractionnés, suffisent à peine pour donner des substances tout à fait pures, et présentant un point d'ébullition invariable. On finit toutefois par obtenir trois produits bien distincts, savoir :

» 1°. Un liquide limpide et incolore, distillant complétement vers 95 degrés;

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* tome XVIII, page 1023. — *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome XII, page 146.

» 2°. Un liquide limpide et incolore, entrant en ébullition à 144 degrés environ, et distillant complétement à cette température; ce second produit n'est autre chose que de la byturone;

» 3°. Enfin, un liquide moins limpide que les précédents, toujours faiblement coloré en jaune, et que je ne suis pas parvenu à purifier suffisamment pour en faire une étude spéciale. Cependant j'ai tout lieu de croire que c'est une substance hydrocarbonée, car un morceau de potassium y conserve tout son brillant métallique. Le point d'ébullition de cette dernière substance doit être entre 225 et 230 degrés.

» Il existe en chimie organique une classe de combinaisons dont l'aldéhyde forme le type; ces composés présentent les propriétés les plus variées, et ils s'écartent les uns des autres tant par la plupart de leurs réactions que par la nature des produits qu'ils peuvent engendrer sous l'influence des divers agents; mais ils possèdent tous un caractère fondamental qui les range dans un même groupe.

» Il en est pour ces combinaisons comme pour celles de la classe des *amides;* celles-ci, en effet, diffèrent tant par leur origine que par plusieurs de leurs propriétés; la plupart sont neutres; l'une d'entre elles, la *salycilamide,* possède, au contraire, une réaction acide, tandis que l'*urée* se comporte comme une base à l'égard des acides. Mais toutes les amides ont une composition analogue, elles représentent un sel d'ammoniaque, moins 2 atomes d'eau, et toutes elles possèdent ce caractère commun de pouvoir s'approprier dans diverses circonstances cette eau qui leur manque, pour se transformer en sel ammoniacal.

» Une relation analogue lie entre elles les diverses substances du type aldéhyde; la composition de ces corps se représente, en effet, par celle de l'acide libre, duquel ils dérivent, moins 2 atomes d'oxygène; et, placées dans des circonstances particulières d'oxydation, elles absorbent de l'oxygène pour régénérer leur acide.

» Le corps que je vais faire connaître doit prendre place dans ce groupe; il présente en effet, avec l'acide butyrique, la même relation que l'aldéhyde avec l'acide acétique, et lorsqu'il se trouve placé sous l'influence de certains agents oxydants, il absorbe 2 atomes d'oxygène sans perdre de l'hydrogène, et se transforme en acide butyrique monohydraté.

» Je passe à l'histoire de cette substance, à laquelle je donne le nom de *butyral,* par abréviation de *butyraldéhyde.*

» *Propriétés.* — Le butyral est un liquide parfaitement incolore, limpide, doué d'une grande mobilité; sa saveur est brûlante, son odeur vive et péné-

trante ; il est en pleine ébullition à 95 degrés, et, lorsqu'il est pur, distille complétement à cette température. Sa densité (à + 22 degrés centigrades) est de 0,821 ; il dissout une petite quantité d'eau ; il est à son tour légèrement soluble dans ce liquide, auquel il communique son odeur : l'alcool, l'éther, l'esprit-de-bois et l'huile de pommes de terre le dissolvent en toute proportion. Ce liquide est très-inflammable et brûle avec une flamme éclairante, légèrement bordée de bleu. Mis en contact avec des cristaux d'acide chromique, il s'enflamme aussitôt avec une sorte d'explosion.

» Soumis au froid produit par un mélange d'éther et d'acide carbonique solide, le butyral conserve toute sa fluidité; la butyrone, au contraire, placée dans des circonstances identiques, se congèle presque immédiatement en totalité, et cristallise en larges lames incolores et transparentes.

» Exposé au contact de l'oxygène pur dans un flacon hermétiquement bouché, il ne se colore pas, mais il acquiert, après un certain laps de temps, une réaction fortement acide : mis alors en contact avec un peu d'eau, il se dissout en grande partie en communiquant son acidité à ce liquide, tandis que le butyral non altéré se rassemble à la partie supérieure.

» La présence du noir de platine accélère beaucoup cette absorption d'oxygène. L'odeur propre au butyral disparaît presque complétement, et elle est remplacée par celle de l'acide butyrique ; le liquide étendu d'eau décompose alors le carbonate de chaux avec effervescence, et la liqueur filtrée renferme du butyrate de chaux.

» Le butyral, chauffé avec de l'eau et de l'oxyde d'argent, réduit ce dernier avec une grande facilité et sans dégagement de gaz ; la liqueur retient en dissolution un sel d'argent qui n'est pas du butyrate, mais probablement une combinaison d'un nouvel acide (*acide butyreux ?*) moins oxygéné, sans doute, que l'acide butyrique, et qui correspondrait, par sa composition, à l'acide acéteux ou aldéhydique. Une série d'expériences, dont je m'occupe dans ce moment, déciderout, je l'espère, cette importante question.

» En traitant, du reste, les liqueurs qui contiennent de l'aldéhyde butyrique par la méthode décrite par M. Liebig pour l'aldéhyde acétique, on obtient toujours un dépôt d'argent métallique; il suffit, en effet, de faire une dissolution aqueuse de butyral, d'y ajouter quelques gouttes d'ammoniaque caustique, et ensuite une quantité de nitrate d'argent suffisante pour faire disparaître la réaction alcaline. En chauffant légèrement cette liqueur, les parois du vase se tapissent d'une couche miroitante de métal, présentant une grande régularité; en employant un mélange en proportions convenables, la réaction a lieu avec une netteté parfaite.

» M. Liebig considère la réduction des sels d'argent par l'aldéhyde acétique comme une des propriétés distinctives de cette substance ; elle doit sans doute être admise comme caractère générique de tous les corps de cette classe.

» La couche d'argent métallique qui se forme sous l'influence de ces composés présente, dans ce cas, une uniformité et une continuité si parfaites, qu'il est permis d'espérer que cette propriété pourra recevoir un jour une application dans les arts.

» Conservé dans des flacons, à l'abri du contact de l'air, le butyral ne paraît subir aucune altération, du moins après un laps de temps de plus de six mois; je lui ai reconnu exactement tous les caractères dont il jouissait au moment de sa préparation.

» Le chlore et le brome l'attaquent vivement en donnant naissance à un dégagement abondant des acides chlorhydrique ou bromhydrique, et à des composés particuliers renfermant du chlore et du brome.

» L'acide nitrique, à tous les degrés de concentration, l'attaque avec dégagement de vapeurs rutilantes.

» Le butyral ne forme pas de combinaison définie avec l'ammoniaque sèche; l'ammoniaque caustique ne paraît pas l'altérer : je n'ai, du reste, pas encore étudié l'action des alcalis sur cette substance.

» *Composition.* — Après avoir exposé l'ensemble des propriétés qui caractérisent le butyral, j'arrive aux résultats qui m'ont servi à établir sa composition. J'ai fait un assez grand nombre d'analyses de cette substance, sur des produits recueillis à différentes périodes de la distillation; elles m'ont toutes donné des nombres très-rapprochés, et qui conduisent à la formule brute

$$C^8 H^8 O^2.$$

» La densité de vapeur devenait un contrôle important pour la formule précédente, tout en fixant la véritable nature du butyraldéhyde; plusieurs de ces déterminations m'ont toujours donné des résultats assez satisfaisants, quoique généralement un peu trop forts.

L'une d'entre elles a donné, pour le poids du litre de vapeur à 0° et $0^m,76$ de pression	$3^{gr},398$
Densité.	2 ,61

Le calcul donne

8 volumes de vapeur de carbone.	6,742
16 volumes d'hydrogène.	1,101
2 volumes d'oxygène.	2,205
	10,048

$$\text{Densité} = \frac{10,05}{4} = 2,512.$$

» Il est facile de se rendre compte de la légère différence qui existe entre le résultat du calcul et celui de l'expérience. Le procédé de M. Dumas, qui donne des déterminations si précises lorsqu'on opère sur des substances d'une pureté absolue, devait nécessairement conduire, dans ce cas, à une densité un peu trop forte; le butyral qui m'a servi à ces déterminations contenait, en effet, des traces de butyrone, à la vérité très-faibles, car elles n'altéraient pas sensiblement les résultats de l'analyse; mais cette butyrone, beaucoup moins volatile que le butyral, se concentrait en grande partie dans le ballon avant sa fermeture, et comme sa densité à l'état de vapeur est 4, on devait arriver, pour le butyral, à un nombre un peu trop fort.

» Cet inconvénient est d'autant plus grave que l'on opère sur une plus grande quantité de liquide; dans l'expérience citée ci-dessus, on n'a employé que la proportion de liquide strictement nécessaire pour expulser tout l'air de l'appareil.

» Le procédé de M. Gay-Lussac n'est pas sujet à l'inconvénient dont il vient d'être question; nul doute que son emploi dans le cas dont il s'agit, ne conduisît à un résultat tout à fait en harmonie avec la théorie.

» Toutefois, l'expérience précédente, en mettant hors de doute la composition du butyral, démontre en outre que la formule $C^8H^8O^2$ exprime 4 volumes de vapeur, et qu'en cela cette substance présente le même groupement moléculaire que l'acide butyrique, auquel il se lie par une relation si simple.

» J'ai entrepris quelques expériences dans le but de transformer, sous l'influence de quelques agents oxydants, le butyral en acide butyrique. Cette partie de mes recherches s'est trouvée entravée par manque de matière, mais j'espère sous peu m'y livrer de nouveau; je ne rapporterai ici que les résultats obtenus avec l'acide sulfurique : son action sur le butyral est assez remarquable, car la réaction qui se manifeste entre ces deux substances ne pouvait être prévue.

» Lorsqu'on ajoute à de l'acide sulfurique fumant, la moitié de son poids de butyral, par petites portions, et en agitant avec soin le mélange, celui-ci se dissout avec élévation de température, et en colorant le liquide en rouge

très-foncé. On favorise l'action en chauffant jusqu'à 100 degrés, ce qui occasionne un faible dégagement d'acide sulfureux; le mélange brunit, mais ne noircit pas. En traitant la liqueur étendue d'eau par un excès de carbonate de baryte, filtrant pour se débarrasser du sulfate de baryte, et évaporant jusqu'à cristallisation, on obtient en définitive une petite quantité d'un sel blanc ou à peine coloré en jaune, qui exhale à un haut degré l'odeur propre à l'acide butyrique. Ce sel ne renferme pas de trace de soufre; projeté sur l'eau, il se dissout en donnant lieu aux mouvements giratoires qui caractérisent les butyrates solubles; il possède, en un mot, tous les caractères du butyrate de baryte. J'ai répété plusieurs fois cette expérience, elle m'a toujours conduit au même résultat.

» Afin de lever tous les doutes, j'ai fait quatre analyses sur des échantillons provenant de trois préparations différentes, elles ont fourni des nombres qui oscillaient entre 48 et 49 pour 100 de baryte; 100 parties de butyrate anhydre renferment, d'après la théorie, 49,22 pour 100 de baryte.

» Le butyrate de baryte que j'ai obtenu dans ces circonstances avait cristallisé dans une liqueur chaude; il renferme 2 équivalents d'eau de cristallisation. Deux expériences (faites sur des produits provenant de préparations différentes) ont donné 10,5 et 10,07 pour 100 d'eau de cristallisation; la formule

$$BaO, C^8H^7O^3 + 2HO$$

exige 10,37 pour 100 d'eau. Le sel qui cristallise à froid par l'évaporation spontanée renferme, d'après MM. Pelouze et Gélis, 18,83 pour 100 d'eau de cristallisation, ce qui correspond à 4 atomes.

» Le sel à 2 atomes d'eau de cristallisation ne fond pas à 100 degrés dans cette eau comme le fait celui à 4 équivalents, auquel cette propriété paraît appartenir exclusivement.

» Cette circonstance lève une objection présentée par M. Lerch dans un travail sur les acides volatils du beurre. Ce chimiste a avancé que le butyrate de baryte n'est pas fusible à 100 degrés ainsi que l'avaient dit M. Chevreul d'une part, et MM. Pelouze et Gélis de l'autre.

» Dans aucun cas, il ne s'est formé de traces d'un acide copulé renfermant les éléments du butyral uni à un composé oxygéné du soufre; je crois pouvoir affirmer que les acides butyrique et sulfureux sont les seuls produits qui prennent naissance dans ces circonstances.

» La réaction entre l'acide sulfurique et le butyral peut donc s'exprimer par l'équation

$$\underbrace{C^8H^8O^2}_{\text{Butyraldéhyde.}} + 2SO^3 = \underbrace{C^8H^8O^4}_{\text{Acide butyrique monohydraté.}} + 2SO^2.$$

Ainsi l'acide sulfurique agit simplement, dans ce cas, comme corps oxydant à l'égard d'une substance organique.

» Les faits dont je viens de présenter l'exposé mettent hors de doute la composition élémentaire du butyral, et j'espère qu'ils démontrent également que cette substance est le véritable aldéhyde de l'acide butyrique.

» Le nombre des substances de la classe des Aldéhydes augmente tous les jours; dans l'état actuel de la science, les principales substances qui appartiennent à ce groupe sont :

	Formules brutes.			
L'aldéhyde.........	$C^4H^4O^2$	$+ O^2 =$	$C^4H^4O^4$,	acide acétique.
L'acroléine.........	$C^6H^6O^2$	$+ O^2 =$	$C^6H^6O^4$,	acide acrolique.
Le butyral..........	$C^8H^8O^2$	$+ O^2 =$	$C^8H^8O^4$,	acide butyrique.
Le valérianaldéhyde.:	$C^{10}H^{10}O^2$	$+ O^2 =$	$C^{10}H^{10}O^4$,	acide valérianique.
L'essence d'amandes..	$C^{14}H^6O^2$	$+ O^2 =$	$C^{14}H^6O^4$,	acide benzoïque.
L'essence de cannelle.	$C^{18}H^8O^2$	$+ O^2 =$	$C^{18}H^8O^4$,	acide cinnamique.
Le cuminol.........	$C^{20}H^{12}O^2$	$+ O^2 =$	$C^{20}H^{12}O^4$,	acide cuminique.
La cire............	$C^{38}H^{38}O^2$	$+ O^2 =$	$C^{38}H^{38}O^4$,	acide stéarique.

» Deux questions importantes me resteraient à résoudre, savoir :

» 1°. Quelle est la véritable constitution du butyral; en d'autres termes, quelle est la formule rationnelle qui convient à ce composé? Doit-on le considérer, par exemple, comme l'hydrate d'un oxyde organique et lui donner la formule

$$C^8H^7O, HO = C^8H^8O^2,$$

ou faut-il l'envisager comme une substance analogue à l'essence d'amandes amères?

» L'examen des diverses réactions du butyral en présence du chlore, du brome et d'autres agents, ainsi que l'étude approfondie des composés qui peuvent en dériver, pourront seuls me conduire à la solution de cette question; j'ai, dans ce but, tenté quelques expériences, mais les résultats auxquels je suis parvenu laissent encore trop à désirer pour que je puisse les rapporter ici.

» 2°. De quelle manière doit-on interpréter la formation du butyral?

quelle est la réaction qui lui donne naissance dans la distillation sèche des butyrates ?

» Sur cette question, comme sur la précédente, je ne possède jusqu'à présent que des notions fort incomplètes. Je ferai observer seulement que cette simple élimination d'oxygène de l'acide butyrique n'est pas le seul exemple de ce genre; M. Boussingault, à qui nous devons la découverte de la subérone qui se forme dans des circonstances semblables au butyral, a démontré que cette substance a pour formule C^8H^7O et ne diffère par conséquent de l'acide subérique cristallisé ($C^8H^7O^4$) que par 3 atomes d'oxygène.

» Le même chimiste a reconnu que la subérone exposée au contact de l'air absorbe de l'oxygène et se transforme en acide subérique; l'acide nitrique et d'autres corps oxydants opèrent la même transformation. Ces propriétés tendraient à faire rentrer cette substance dans la classe des aldéhydes dont elle s'écarte néanmoins par sa composition. M. le docteur Sacc a, du reste, obtenu le véritable aldéhyde subérique par la distillation de l'huile de lin; l'auteur exprime la composition de cette subtance par la formule brute

$$C^8H^7O^2;$$

ce composé est d'une grande stabilité, il résiste longtemps à l'action oxydante de l'acide nitrique, qui finit toutefois par le convertir complétement en acide subérique.

» L'acide acétique que l'on observe quelquefois, comme produit secondaire, dans certaines préparations d'acétone, se forme peut-être par l'oxydation de l'aldéhyde qni aurait pris naissance antérieurement; je soumettrai cette hypothèse à quelques expériences.

Guidé par les savants conseils de M. Pelouze, je me propose de continuer mes recherches sur le butyraldéhyde; les résultats auxquels je parviendrai feront l'objet d'une prochaine communication dans laquelle j'espère combler les lacunes que présente cette partie de mon travail. »

PHYSIOLOGIE. — *Notice sur la structure et sur quelques maladies des poumons; par* M. **J.-A. Rochoux.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Magendie, Breschet, Milne Edwards.)

« Comme son titre l'indique, ce travail se compose de deux parties, l'une presque uniquement anatomique, l'autre se rattachant à la pathologie du poumon.

» § Ier. *Structure des poumons.* — Ainsi que Malpighi l'a démontré le premier, le poumon est un organe essentiellement membraneux, dont le tissu véritablement exsangue, quoique livrant passage à tout le sang en circulation, se trouve disposé de manière à former un très-grand nombre de petites cellules ou vésicules, communiquant entre elles par des ouvertures proportionnellement très-larges, et au milieu desquelles se terminent les divisions beaucoup moins nombreuses des bronches. Telle est, dans sa partie consistante ou solide, la structure très-simple des poumons. Des nerfs, de nombreux vaisseaux sanguins et lymphatiques se ramifient sur les parois, et surtout dans les angles que forment entre eux les petits plans, ou plutôt les petites surfaces courbes dont se composent les cellules, qu'il est très-important de bien connaître, puisqu'il règne à leur égard un très-grand dissentiment entre les anatomistes.

» Mesurés et pesés avec une exactitude qui ne laisse place qu'à de très-légères rectifications, les poumons m'ont donné en volume 4 553 000 millimètres cubes, et en poids, 1 kilogramme, représentant en volume 952 300 millimètres cubes. Cette quantité, plus 199 800 millimètres cubes, pour le volume des bronches, ôtés de la première, reste 3 400 900 millimètres cubes, qui, pour les deux poumons, donnent 583 000 000 de cellules, en portant le diamètre de chacune d'elles à $0^{mm},18$. A présent, comme les bronches ne sont pas soumises à plus de quinze divisions dichotomiques, après la dernière desquelles elles ont environ $0^{mm},26$ de diamètre, leur nombre s'élève seulement à 32 768, nombre qui, dans l'hypothèse de Resseisen, serait celui des cellules. Mais comme il y en a, au lieu de cela, près de 600 000 000, il en résulte que 17 790 de ces cellules se trouvent groupées autour de chaque bronche terminale, occupant dans cette répartition un cube de 5,102 millimètres de côté. Dans le dernier millimètre environ de son trajet, chacune des divisions bronchiques reçoit tout autour les ouvertures de plusieurs cellules, puis se termine en s'abouchant directement dans trois ou quatre à la fois.

» On voit, par ce simple exposé, avec quelle admirable égalité de répartition l'air arrive dans tous les points du poumon. Pour achever de s'en faire une idée exacte, il faut se rappeler que les cellules communiquent toutes entre elles par de larges ouvertures. Hales leur suppose en étendue le tiers de la surface des cloisons dont sont formées les cellules; elles m'ont paru en avoir près de la moitié. D'après cela, la surface des 583 000 000 de cellules, déduction faite de la moitié, à cause de leurs ouvertures, étant de 56 660 000 millimètres carrés, cette quantité, augmentée de 1 298 000 millimètres carrés, étendue de la surface des bronches, donne 57 949 000 millimètres carrés pour

la surface des voies aériennes en contact avec l'air, ou plus de trente-trois fois l'étendue de la peau.

» Tel se présente le poumon examiné sec, et, après avoir été insuflé, comme le faisait Malpighi. Sans autre préparation, sans injection aucune, et seulement en examinant au microscope ceux de ses vaisseaux capillaires qui ont conservé du sang à leur intérieur, comme on en trouve toujours, soit dans un point, soit dans un autre, on s'assure que ces vaisseaux forment autour de chaque paroi de cellules des espèces d'anneaux d'où résulte un vaste réseau à plusieurs centaines de millions de mailles, où se rendent les dernières ramifications artérielles, et d'où partent les premiers ramuscules veineux.

» A l'état frais, et sous un grossissement de 400 ou 500 diamètres, le tissu des cellules semble entièrement formé, comme celui des membranes séreuses, par ces filaments déliés dont le tissu, dit cellulaire, est essentiellement composé. Mais ils semblent plus rapprochés, plus serrés que dans les membranes séreuses ordinaires. Aux orifices de communication des cellules entre elles, ce tissu forme une sorte de bourrelet, à filaments à peu près parallèles dans leur contour, tandis que sur le reste de la surface des cloisons, il offre cet entrecroisement tortueux, *vermicellé*, qui le caractérise, comme l'a très-bien vu Fontana. Mesurés au micromètre, ces bourrelets, peut-être un peu plus épais que le reste de la paroi des cellules, donnent $0^{mm},0168$; les calculs établis d'aprèsle poids et le volume du poumon sont en parfait accord avec ce résultat.

» § II. *Maladies des poumons.* — Cette seconde partie est une application de l'observation microscopique à l'anatomie pathologique, qui, par rapport à l'emphysème, aux tubercules pulmonaires et à l'empyème, conduit aux conséquences suivantes :

» L'emphysème par dilatation des cellules pulmonaires, tel que l'admet Laennec, n'existe pas, n'est même pas possible; et l'hypertrophie ou l'atrophie des cellules pulmonaires, quoique admise par beaucoup de médecins, est encore à démontrer.

» 2°. Les tubercules pulmonaires qui, comme toutes les productions accidentelles susceptibles de dégénérer, doivent être étudiés tout à fait au premier instant de leur formation, consistent en un tissu d'abord filamenteux, singulièrement entrelacé, et alors d'une couleur orangé pâle; il affecte la forme de petits corps globuleux, de $0^{mm},15$ à $0^{mm},20$ de diamètre, parfaitement homogènes, ne contenant aucun liquide infiltré, lesquels passent bientôt par tous les degrés de dégénération décrits par les auteurs modernes, à partir de l'état dit *miliaire*.

» 3°. L'existence d'une membrane fibreuse pulmonaire, ou, au moins, la structure toute particulière du tissu membraneux dont le poumon est essentiellement formé, est la cause principale du retrait, presque toujours irremédiable, qu'éprouve cet organe dans les épanchements inflammatoires qui ont principalement pour source la plèvre viscérale; d'où l'on doit tirer le précepte d'opérer promptement, dans ces cas, et avant que le tissu pulmonaire ait subi ce recoquillement qui rend de nouveau sa dilatation impossible; après qu'il a été débarrassé du liquide qui le comprimait. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Mémoire sur l'argenture galvanoplastique de l'acier; par* M. **Desbordeaux**. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Dumas, Becquerel, Regnault)

« Jusqu'à présent, dit l'auteur, on n'est parvenu à obtenir un dépôt bien adhérent de l'argent sur l'acier qu'après avoir revêtu ce dernier métal d'une couche de cuivre, et le cuivrage doit être opéré au moyen du cyanure double de cuivre et de potassium; celui qu'on obtient par l'immersion de l'acier dans le sulfate de cuivre, même en employant, ainsi qu'on l'a conseillé, le contact du zinc par l'intermédiaire d'un conducteur métallique, ne peut suffire, attendu qu'il s'opère toujours en pareil cas, à la surface de l'acier, une légère oxydation qui s'oppose à une adhérence parfaite de la couche cuivreuse.

» Il convient de remarquer en passant que quoique, dans les traités de galvanoplastie, le fer et l'acier paraissent avoir été assimilés l'un à l'autre, en ce qui concerne l'argenture, ils offrent cependant entre eux, sous ce rapport, une différence bien tranchée; car le fer peut s'argenter sans cuivrage préalable, et cette différence paraît tenir uniquement à la présence du carbone dans l'acier, puisque, lors même qu'il a été détrempé, il est également impossible d'y faire adhérer l'argent.

» Le cuivrage préalable du métal étant opéré, il se présente une autre difficulté qui consiste en ce que la couche de cuivre se dissout fréquemment, en totalité ou en partie, dans le bain de cyanure d'argent où la pièce est ensuite plongée : il en résulte que dans tous les points où le cuivre a disparu, l'argent ne se dépose pas ou du moins se détache au moindre frottement. Cette cause d'insuccès intervient d'autant plus sûrement, que la couche de cuivre est plus mince, de sorte que pour l'éviter il est indispensable de prolonger l'opération

du cuivrage; encore faut-il avoir grand soin, dans cette première opération, de ne pas employer pour anode du cuivre rouge du commerce, ce métal renfermant du zinc qui, en quelque petite proportion qu'il se trouve, nuit immanquablement à la solidité du cuivrage.

» Frappé de ces difficultés et de celles que présentent tous les procédés indiqués jusqu'à ce jour pour le cuivrage de l'acier, j'ai cherché une méthode nouvelle, et je crois que celle que je vais faire connaître laisse peu de chose à désirer.

» Cette méthode consiste à plonger pendant quelques instants l'acier dans une solution extrêmement faible de nitrate double d'argent et de mercure, à laquelle on ajoute quelques gouttes d'acide nitrique. Pour composer cette solution, il suffit de faire dissoudre séparément 1 gramme de nitrate d'argent dans 60 grammes d'eau, et 1 gramme de nitrate de mercure dans une égale quantité du même liquide. On mélange ensuite les deux solutions, auxquelles on ajoute 4 grammes d'acide nitrique à 40 degrés de l'aréomètre de Baumé. Peut-être ces proportions ne sont-elles pas tout à fait rigoureuses, mais l'addition de l'acide nitrique est absolument essentielle. Il faut éviter d'employer de l'eau renfermant de l'hydrochlorate de chaux ou des matières organiques, car elle produirait inévitablement l'effet bien connu de décomposer en partie le nitrate d'argent; il faut, autant que possible, se servir d'eau distillée. On ne doit pas s'attendre à voir le nitrate de mercure se dissoudre en totalité dans l'eau, car on sait qu'il s'y transforme en sous-nitrate et en nitrate acide qui reste dans la liqueur, tandis que le sous-nitrate se précipite en poudre d'un jaune verdâtre; ce dépôt doit être conservé dans la solution destinée à l'argenture. Il n'est pas nécessaire que le nitrate d'argent soit pur; celui qu'on obtient en faisant agir l'acide nitrique sur l'argent allié à un dixième de cuivre produit absolument le même effet.

» Lorsque l'acier a été plongé dans la solution de nitrate double de mercure et d'argent, il se recouvre presque instantanément d'un léger dépôt noirâtre qui s'enlève avec facilité en passant un linge à sa surface. L'acier se trouve alors parfaitement décapé et revêtu en même temps d'une pellicule d'argent extrêmement mince, mais d'une adhérence intime. Le dépôt noirâtre qui se forme m'a paru composé presque exclusivement de carbone, corps dont la présence, comme je l'ai fait remarquer précédemment, s'oppose seule au dépôt de l'argent sur l'acier. Après cette préparation si simple et si rapide, la pièce d'acier se trouve parfaitement disposée à recevoir la couche d'argent qui se forme avec la plus grande facilité, et d'une manière tellement adhérente, que non-seulement elle peut supporter le bruni le plus

prolongé, mais qu'elle peut même résister à la chaleur rouge sans rien perdre de sa solidité.

» Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que la couche d'argent dont on obtient le dépôt par la pile doit, dans la nouvelle méthode comme dans celle du cuivrage préalable, atteindre une certaine épaisseur pour préserver complétement l'acier de l'oxydation. Un moyen très-simple de reconnaître que la couche d'argent a contracté une épaisseur suffisante consiste à plonger pendant un certain temps une très-petite partie de la pièce argentée dans une solution acide de sulfate de cuivre. Tant que l'argent y contracte une couleur jaune, c'est un indice certain que la couche d'argent est insuffisante; elle est encore perméable, puisqu'elle permet à l'acier d'exercer son action sur le sulfate de cuivre. Au reste, on ne doit avoir recours à cette expérience que lorsqu'on est à peu près certain d'être arrivé à l'épaisseur convenable, car l'argent ne peut se cuivrer ainsi, fût-ce même légèrement, qu'aux dépens de son adhérence; et, dans tous les cas, il vaut mieux aller un peu au delà de ce qui est strictement nécessaire. Plus la couche d'argent sera épaisse, plus on aura de garantie contre l'oxydation. »

MÉDECINE. — *Mémoire sur la nature et le traitement de la fièvre typhoïde; par* M. L. TURCK.

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Andral.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, je crois, dit l'auteur, avoir démontré : 1° que les lésions de l'iléum, habituelles dans la fièvre typhoïde, sont un accident très-secondaire principalement dû à une action chimique; 2° que l'augmentation de volume de la rate, aussi fréquente au moins que les lésions intestinales, est d'une bien plus grande valeur pathognomonique, puisqu'à elle seule elle tendrait déjà à nous faire penser que les fièvres typhoïdes ont une grande analogie avec les fièvres intermittentes qui produisent habituellement aussi la même altération; 3° que la plus grande partie des faits donnés par les nosographes modernes comme des exemples de fièvre continue typhoïde sont des doubles tierces pernicieuses, des fièvres larvées, des fièvres sub-continues, telles que les décrivait Torti au commencement du siècle dernier; 4° que ces maladies ne sont devenues si graves et si meurtrières que parce qu'on a oublié leur caractère rémittent et la médication spéciale qu'elles nécessitent. N'est-ce pas d'elles que Torti disait : « Quatenus omnes jugulatæ sunt uno cortice peru-

» viano, modo celerius, modo lentius, modo parcius, modo liberalius, prout » opus visum est administrato? » Enfin, j'ai terminé mon travail en citant quelques faits puisés dans ma pratique, et qui me semblent confirmer la doctrine que je soutiens. »

M. **Siret**, pharmacien à Meaux, adresse un Mémoire ayant pour titre : *Procédé d'amélioration de la poudre de guerre et de chasse.*

La modification proposée par l'auteur consiste à ajouter à la poudre fabriquée par les moyens ordinaires une certaine quantité de sandaraque pulvérisée. La proportion qui lui a le mieux réussi est celle de 32 grammes de résine pour 15 demi-kilogrammes de poudre. Quand le mélange est fait convenablement, la poudre, suivant M. Siret, s'enflamme plus rapidement, et sa déflagration est plus complète, de sorte qu'elle donne moins de fumée et encrasse moins l'arme; elle a d'ailleurs, sur la poudre ordinaire, l'avantage de pouvoir supporter, sans altération sensible, un long séjour dans une atmosphère humide.

Le Mémoire de M. Siret est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Piobert, Morin et Séguier.

M. **Guérin-Méneville** adresse une Note en réponse à la réclamation de M. *Blaud,* concernant ses recherches sur un insecte qui attaque les olives. Dans cette réponse, l'auteur s'attache à faire voir qu'il n'a point cherché à s'approprier les travaux de M. Blaud, et que cet agronome lui-même en eût été convaincu s'il avait connu, autrement que par un extrait incomplet, la Note lue dans la séance du 5 novembre 1844.

M. **Ackermann**, qui avait annoncé précédemment l'intention de se rendre à *Madagascar,* adresse maintenant un Mémoire sur les diverses recherches auxquelles il se propose de se livrer pendant son séjour dans ce pays. Ces recherches sont principalement relatives à l'histoire naturelle. Le Mémoire renferme, de plus, un projet d'assainissement de l'île Sainte-Marie de Madagascar.

M. **Piorry** demande que le cinquième volume du *Traité de Médecine pratique,* dont il a fait hommage à l'Académie dans une des précédentes séances, soit admis à concourir pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon, et il adresse, conformément à une disposition prise par l'Académie pour les ouvrages adressés à ce concours, une indication des parties de son travail qu'il considère comme neuves.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

MM. **Barthe** et **H. Roger** adressent, pour le même concours, et également avec une indication des parties neuves de leur travail, la deuxième édition d'un *Traité pratique d'Auscultation.*

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** annonce que, conformément à la demande qui lui a été adressée par l'Académie, il a donné des ordres pour que chaque membre des Sections de Botanique et d'Économie rurale reçût un Catalogue des végétaux cultivés à la pépinière centrale du Gouvernement à Alger: un supplément manuscrit indiquant les nouvelles espèces introduites depuis l'impression du Catalogue sera joint à chaque exemplaire.

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. **Riberi**, divers ouvrages et opuscules relatifs à la chirurgie et à la médecine opératoire (*voir* le *Bulletin bibliographique*). M. Flourens appelle principalement l'attention sur les recherches expérimentales de ce savant concernant la nature contagieuse de la pourriture d'hôpital, et sur divers procédés opératoires nouveaux, entre autres ceux que M. Riberi a imaginés pour le *phimosis*, pour la luxation de l'humérus avec fracture du col de l'os, pour la fistule salivaire avec complication d'abcès, etc.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur des procédés mécaniques destinés à donner la mesure d'intervalles de temps très-courts.* (Extrait d'une Lettre de M. **Baudrimont.**)

« En lisant hier, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, les ingénieuses expériences de M. Pouillet, sur un moyen de mesurer des intervalles de temps extrêmement courts par l'action qu'un courant électrique exerce sur une aiguille aimantée, il m'est venu immédiatement à la pensée que l'on pourrait obtenir le même résultat à l'aide d'appareils entièrement mécaniques et sans l'intervention du calcul. C'est cette pensée qui, évidemment, n'a pu encore être mise à exécution, que je vais avoir l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Que l'on suppose un disque tournant sur son axe et faisant chaque révolution en un temps déterminé, une seconde par exemple, que l'on se figure

en dehors de ce disque une détente portant un pinceau chargé d'encre, qui puisse toucher sa surface à un instant donné, on aura une idée assez nette de l'instrument dont il s'agit.

» Il est évident que, si le disque est accompagné d'un compteur indiquant le nombre de ses révolutions, et que, si la détente est lâchée en temps convenable, l'impression laissée par le pinceau indiquera la fraction de seconde par l'arc qu'aura parcouru le limbe du disque depuis l'origine de la seconde. Or, comme il n'y a de limite ni au diamètre de ce disque, ni à sa vitesse de rotation, il est évident que l'on pourra diviser la seconde en autant de parties que l'on voudra.....

» Le moyen qui vient d'être indiqué pour mesurer de très-petites fractions du temps peut être modifié pour ainsi dire à l'infini; bien des organes de machines peuvent conduire au même résultat. La vis micrométrique, surtout, peut être utilisée en pareille circonstance. En effet, soit un cylindre tournant sur son axe, et jouissant en même temps d'un mouvement progressif; si, à un instant donné, une pointe convenable le touche et laisse un trait à sa surface, cet instrument décrira une courbe hélicoïdale. Chaque tour de l'hélice pourra donner une seconde, et les fractions de tour pourront donner les fractions de la seconde, etc. Il est évident que le cylindre ou le stylet destiné à laisser une trace à sa surface se trouve mis en mouvement autour d'une vis micrométrique.

» Comme M. Pouillet l'a pensé, le mouvement des horloges réglées par un balancier ne convient pas à ce genre d'instruments, et ce savant a proposé l'emploi d'une machine électro-magnétique pour obtenir un mouvement de rotation uniforme. Peut-être ce dernier moteur pourrait-il être remplacé par un ressort compensé, ou par un poids, en retardant le mouvement total de la machine par un frein ou par un ou plusieurs volants analogues à ceux employés dans les sonneries des horloges.

» Si cette nouvelle application peut un jour devenir utile, on ne devra point oublier que l'idée première qui l'a fait concevoir se trouve dans l'invention de M. Pouillet. »

M. **Desportes**, à l'occasion des communications faites dans la précédente séance, sur les résultats obtenus à l'Imprimerie royale relativement au *coloriage des cartes géologiques par le moyen de la lithographie*, adresse une Lettre dans laquelle il a pour objet de prouver que des résultats analogues ont été déjà obtenus en France. « Dès 1837, dit-il, Godefroy Engelmann prit un brevet pour un procédé tout à fait analogue à celui dont l'Académie a été

entretenue; et, depuis six ans, dix lithographes au moins font des impressions en couleur, employant à ce travail environ quatre-vingts presses. La perfection des machines dont on fait usage dans ces divers établissements, où le laminage des papiers, ainsi que leur emploi à l'état de siccité, sont depuis longtemps des moyens familiers, permet d'obtenir dans la juxtaposition des teintes une précision qui ne laisse rien à désirer. A la vérité, M. Derenémesnil peut revendiquer, comme lui appartenant, l'emploi des petites feuilles de cuivre pour empêcher l'agrandissement des trous de pointures; mais, comme les lithographes exercés réussissent fort bien sans recourir à cette précaution, elle n'a peut-être pas toute l'importance qu'on semble lui attribuer. »

« M. **Dufrénoy** remarque, à l'occasion de la réclamation de M. Desportes, que l'on a indiqué avec soin, dans la description du procédé employé à l'Imprimerie royale par M. Derenémesnil, les résultats obtenus avant cet artiste pour l'impression en couleur; mais jusqu'à présent le coloriage des cartes géologiques avait été peu satisfaisant. Dans toutes celles publiées, les couleurs se recouvrent en partie, et dans plusieurs d'entre elles on a omis à dessein les lignes en points qui séparent les formations, afin de déguiser ce défaut, ce qui leur ôte l'exactitude qu'elles doivent présenter. La comparaison des cartes géologiques publiées jusqu'à ce jour, avec celle qu'il a soumise à l'examen de l'Académie dans sa dernière séance, montre, avec évidence, toute la supériorité des procédés de l'Imprimerie royale. Il est persuadé que si M. Desportes eût fait lui-même cette comparaison, il eût reconnu sans hésiter tous les droits de M. Derenémesnil. »

Remarques de M. **Élie de Beaumont.**

« M. Élie de Beaumont fait observer que, de concert avec M. Dufrénoy, il s'était adressé pendant plusieurs années aux ateliers lithographiques les plus justement célèbres de Paris, pour tâcher de faire colorier par impression le *Tableau d'assemblage de la Carte géologique de la France.* Après avoir examiné attentivement les produits de ces ateliers, et y avoir fait faire des essais, les auteurs de la Carte géologique s'étaient vus réduits à en revenir au coloriage à la main, malgré sa lenteur et sa cherté. C'est alors seulement que l'Imprimerie royale a commencé, à son tour, des essais.

» Le tableau d'assemblage de la Carte géologique de la France était extrêmement difficile à colorier par impression, à cause des *limites tracées en points* qui ne devaient pas être dépassées. C'est là la difficulté que M. Derenémesnil a vaincue. Indépendamment de tout ce qu'il y a d'ingénieux dans

les procédés dont il s'est servi, il est certain que le résultat obtenu à l'Imprimerie royale est véritablement nouveau par la précision, jusqu'à présent sans exemple, qu'on a réussi à donner au coloriage par impression. »

M. **Raulin**, qui avait soumis au jugement de l'Académie une *carte géologique du bassin parisien, coloriée par les procédés lithographiques*, demande que sa carte soit renvoyée comme document à la Commission chargée de faire le Rapport sur la méthode d'impression à plusieurs teintes de M. Derenémesnil.

L'Académie décide que les Commissions chargées de l'examen de la carte de M. Raulin et de la méthode d'impression de M. Derenémesnil seront réunies et comprendront dans un Rapport commun (en ce qui concerne le procédé de coloriage) les deux communications.

M. **Passot** prie de nouveau l'Académie de hâter le travail des Commissaires chargés de faire un Rapport sur ses *expériences* relatives à la question de la force centrifuge, expériences dont il les a déjà rendus témoins.

Note omise dans le Compte rendu *de la précédente séance.*

M. **Gaudichaud**, en présentant dans la séance du 23 décembre une thèse de M. **Auguste Vinson** (de l'île Bourbon), s'était exprimé de la manière suivante :

« Depuis Garengeot, qui consacra la dernière partie d'un Mémoire remarquable sur *plusieurs hernies singulières* à celle qui se forme par le canal sous-pubien, aucun travail d'une certaine étendue n'avait été publié en France sur ce sujet. M. Vinson, ayant observé deux cas de cette espèce de hernie dans le service de M. Rayer, à l'hôpital de la Charité, a rassemblé presque tous les exemples de cette maladie qui ont été publiés jusqu'à ce jour. De l'analyse et du rapprochement de ces faits, M. Vinson a déduit plusieurs remarques qui paraissent de nature à jeter de nouvelles lumières sur l'étiologie, le diagnostic et le traitement de cette hernie. Le travail de M. Vinson contribuera certainement à appeler l'attention des médecins et des chirurgiens sur la hernie sous-pubienne qui, dans un trop grand nombre de cas, a été méconnue pendant la vie. »

Ce Mémoire est accompagné de 13 planches lithographiées.

La séance est levée à 5 heures.

F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 26; in-4°.

Notices biographiques sur MM. DE MOREL-VINDÉ, D'ARCET *et* MATHIEU DE DOMBASLE; *par* M. J. GIRARDIN; broch. in-8°. Rouen, 1844.

Rapport sur l'Oléomètre à froid de M. LEFEBVRE; *par* M. J. GIRARDIN. Rouen, 1844; broch. in-8°.

Analyse d'un Liquide provenant de vésicules développées sur la peau à la région ombilicale; par le même; $\frac{1}{4}$ de feuille in-8°.

Traité pratique d'Auscultation; par MM. BARTHE *et* ROGER; 2e édition. Paris, 1844; in-12. (Cet ouvrage est adressé pour le concours Montyon.)

Vingt-cinquième Autographie. — Essais sur la Navigation dans l'air; 2e partie; par M. LEGRIS; $\frac{1}{2}$ feuille in-8°.

Bulletin des séances de la Société royale et centrale d'Agriculture; tome V, n° 1; in-8°.

Annales des Maladies de la peau et de la Syphilis; par M. CAZENAVE; novembre 1844; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; décembre 1844; in-8°.

Philosophical... *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres pour* 1844; partie 2. Londres, 1844; in-4°.

Magnetical... *Observations magnétiques et météorologiques faites à l'observatoire royal de Greenwich dans l'année* 1842, *sous la direction de* M. BIDDEL-AIRY, astronome royal. Londres, 1844; in-4°.

The Athenæum ; août, septembre, octobre et novembre 1844; in-4°.

The Quarterley Review; octobre 1844; in-8°.

Sulla Cancrena... *Sur la Gangrène contagieuse ou pourriture d'hôpital, avec des remarques sur un Érésipèle contagieux; par* M. RIBERI. Turin, 1820; in-8°.

Elementi... *Éléments de Médecine opératoire (amputation et résection des os, et opération du trépan); par* le même. Turin, 1833; in-8°.

Orchiectomia... *Orchiectomie, valeur comparative des différents procédés. — Observations de Lithotritie; par* le même. Turin, 1838; in-8°.

Caso de ... *Cas de Rhino-géno-chéloplastie; par* le même. Turin, 1839; in-8°.

Osservazioni... *Observations médico-chirurgicales; par* M. RIBERI. Turin, 1839; in-8°.

Osservazioni... *Observations chirurgicales; par* le même. Turin, 1841; in-8°.

Modificazioni... *Modifications apportées à l'opération du Phimosis, et à quelques autres opérations relatives principalement aux maladies des Yeux; par* le même. Turin, 1842;

Dell efflusso. — *De l'écoulement des Liquides sortant de vases à révolution; par* M. TURAZZA. Venise, 1844; in-4°.

Del trasporto... *Du transport de la Matière pesante dans les deux courants opposés de l'appareil voltaïque, etc.; par* M. ZANTEDESCHI; in-4°.

Memoria... *Mémoire sur la Thermo-électricité dynamique dans les circuits formés d'un seul métal; par* le même; in-4°.

Elementi... *Éléments du Calcul infinitésimal;* 1re partie : *Calcul différentiel; par* M. TORTOLINI. Rome, 1844; in-8°.

Rappresentazione... *Représentation géométrique des Fonctions elliptiques de troisième espèce à paramètre circulaire, donnée par* le même; in-8°.

Nota... *Note sur le passage des Intégrales des équations à différences finies aux Intégrales des équations différentielles; par* le même.

Equazione... *Équations différentielles* D'HAMILTON, *et Équations du mouvement autour du Soleil, intégrées par une nouvelle méthode; par* M. JACOBI; in-8°. (Ces deux articles sont extraits du *Giornale arcadico*.)

Tre nuove... *Trois nouveaux Mémoires écrits pour la sixième réunion des Savants italiens, l'un sur la culture des Mûriers, l'autre sur la meilleure manière de fabriquer et de conserver les Vins, et le troisième sur la Contagion; par* M. BASSI; brochure de 3 feuilles et demie; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 52; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 150 et 151; in-fol.

L'Écho du Monde savant; n° 49.